

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

JC903 U.S. PTO  
09/899649

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日  
Date of Application:

2001年 3月14日

出 願 番 号  
Application Number:

特願2001-072695

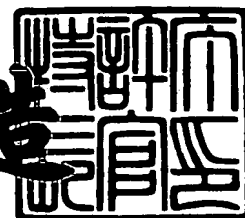
出 願 人  
Applicant(s):

日東電工株式会社

2001年 6月 5日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3052929

【書類名】 特許願

【整理番号】 P13-150

【提出日】 平成13年 3月14日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 B01D 63/10

【発明者】

    【住所又は居所】 大阪府茨木市下穂積1丁目1番2号 日東電工株式会社  
                                内

    【氏名】 安藤 雅明

【特許出願人】

    【識別番号】 000003964

    【氏名又は名称】 日東電工株式会社

【代理人】

    【識別番号】 100098305

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 福島 祥人

    【電話番号】 06-6330-5625

【先の出願に基づく優先権主張】

    【出願番号】 特願2000-204946

    【出願日】 平成12年 7月 6日

【手数料の表示】

    【予納台帳番号】 032920

    【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

    【物件名】 明細書 1

    【物件名】 図面 1

    【物件名】 要約書 1

    【包括委任状番号】 9505718

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 スパイラル型膜エレメントおよびスパイラル型膜モジュールの  
運転方法ならびに処理システム

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 有孔中空管の外周面に袋状の分離膜が巻回されてなり、0.05MPa よりも高く0.3MPa 以下の背圧で逆流洗浄が可能なスパイラル型膜エレメントの運転方法であって、濾過速度の回復処理として、前記有孔中空管の少なくとも一方の開口端から0.3MPa 以下の気体を注入する操作を行うことを特徴とするスパイラル型膜エレメントの運転方法。

【請求項 2】 前記濾過速度の回復処理として、前記有孔中空管の少なくとも一方の開口端から洗浄液を導入し、前記スパイラル型膜エレメントの少なくとも一端部から洗浄液を排出させることにより0.05MPa よりも高く0.3MPa 以下の背圧で前記分離膜を逆流洗浄する操作を前記気体の注入操作と組み合わせて行うことを特徴とする請求項 1 記載のスパイラル型膜エレメントの運転方法。

【請求項 3】 前記濾過速度の回復処理として、前記スパイラル型膜エレメント内の軸方向に原液を流す操作を前記気体の注入操作と組み合わせて行うことを特徴とする請求項 1 または 2 記載のスパイラル型膜エレメントの運転方法。

【請求項 4】 前記スパイラル型膜エレメント内を軸方向に流した原液の少なくとも一部を再び前記スパイラル型膜エレメントの供給側に戻すことを特徴とする請求項 3 記載のスパイラル型膜エレメントの運転方法。

【請求項 5】 前記分離膜は多孔性シート材の一面に透過性膜体が接合されてなり、前記透過性膜体は前記多孔性シート材の一面に投錨状態で接合されたことを特徴とする請求項 1 ～ 3 のいずれかに記載のスパイラル型膜エレメントの運転方法。

【請求項 6】 有孔中空管の外周面に袋状の分離膜が巻回されてなり、0.05MPa よりも高く0.3MPa 以下の背圧で逆流洗浄が可能なスパイラル型膜エレメントが原液入口を有する圧力容器内に 1 または複数本収容されてなるスパイラル型膜モジュールの運転方法であって、濾過速度の回復処理として、前記

有孔中空管の少なくとも一方の開口端から 0.3 MPa 以下の気体を注入する操作を行うことを特徴とするスパイラル型膜モジュールの運転方法。

【請求項 7】 前記濾過速度の回復処理として、前記有孔中空管の少なくとも一方の開口端から洗浄液を導入し、前記スパイラル型膜エレメントの少なくとも一端部から洗浄液を排出させて前記圧力容器の外部に取り出すことにより 0.05 MPa よりも高く 0.3 MPa 以下の背圧で前記分離膜を逆流洗浄する操作を前記気体の注入操作と組み合わせて行うことを特徴とする請求項 6 記載のスパイラル型膜モジュールの運転方法。

【請求項 8】 前記濾過速度の回復処理として、前記圧力容器の前記原液入口から前記スパイラル型膜エレメント内に原液を供給し前記スパイラル型膜エレメント内で前記原液を軸方向に流すとともに、前記軸方向に流した原液を前記圧力容器の外部に取り出す操作を前記気体の注入操作と組み合わせて行うことを特徴とする請求項 6 または 7 記載のスパイラル型膜モジュールの運転方法。

【請求項 9】 前記圧力容器の外部に取り出した原液の少なくとも一部を再び前記原液入口に供給することを特徴とする請求項 8 記載のスパイラル型膜モジュールの運転方法。

【請求項 10】 前記圧力容器の外部に取り出した洗浄液の少なくとも一部を再び前記原液入口に供給することを特徴とする請求項 8 または 9 記載のスパイラル型膜モジュールの運転方法。

【請求項 11】 前記有孔中空管の外周面に袋状の分離膜が巻回されてなるスパイラル型膜エレメントが原液入口を有する圧力容器内に 1 または複数本收容されてなるスパイラル型膜モジュールを用いた処理システムであって、前記分離膜は 0.05 MPa よりも高く 0.3 MPa 以下の背圧で逆流洗浄が可能な背圧強度を有し、前記圧力容器の前記原液入口を通して原液を前記スパイラル型膜エレメント内へ供給する第 1 の原液供給系と、前記有孔中空管の少なくとも一方の開口端から透過液を取り出す透過液取り出し系と、前記有孔中空管の少なくとも一方の開口端から前記スパイラル型膜エレメント内へ 0.3 MPa 以下の気体を注入する気体注入系とが設けられたことを特徴とする処理システム。

【請求項 12】 前記有孔中空管の少なくとも一方の開口端から洗浄液を導

入する洗浄液導入系がさらに設けられたことを特徴とする請求項 1 1 記載の処理システム。

【請求項 1 3】 前記圧力容器の前記原液入口を通して前記スパイラル型膜エレメント内へ原液を供給し、前記スパイラル型膜エレメント内で前記原液を軸方向に流すとともに前記軸方向に流した原液を前記圧力容器の外部に取り出す第 2 の原液供給系がさらに設けられたことを特徴とする請求項 1 1 または 1 2 記載の処理システム。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、逆浸透膜分離装置、限外濾過膜分離装置、精密濾過膜分離装置等の膜分離装置に用いられるスパイラル型膜エレメントおよびスパイラル型膜モジュールの運転方法ならびに処理システムに関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

近年、浄水処理および排水処理への膜分離技術の適用が広がり、従来困難であった液質への膜分離技術の応用がなされている。特に、膜分離技術を用いた産業排水の回収および再利用が強く求められている。

【0 0 0 3】

このような膜分離に使用される膜エレメントの形態としては、単位体積当たりの膜面積（体積効率）の点から中空糸型膜エレメントが多く使用されている。しかし、中空糸型膜エレメントは、膜が折れやすく、膜が折れると、原水が透過水に混ざり、分離性能が低下するという欠点を有している。

【0 0 0 4】

そこで、中空糸型膜エレメントに代えて、スパイラル型膜エレメントを適用することが提案されている。このスパイラル型膜エレメントは、中空糸型膜エレメントと同様に単位体積当たりの膜面積を大きくとれ、しかも分離性能を維持でき、信頼性が高いという利点を有している。

【0 0 0 5】

## 【発明が解決しようとする課題】

排水は多くの懸濁物質、コロイド性物質または溶存性物質を含むため、このような排水に膜分離を行うと、これらの懸濁物質、コロイド性物質または溶存性物質が汚染物質として膜面に堆積し、水の透過速度の低下を引き起こす。特に、全量濾過を行う場合においては汚染物質が膜面に堆積しやすく、水の透過速度の低下が顕著であり、安定した濾過運転を続けることが困難である。

## 【0006】

膜面への汚染物質の堆積を防止するためには、クロスフロー濾過が行われる。このクロスフロー濾過は、原水を膜面に対して平行に流すことにより、膜面と流体との界面で生じる剪断力を利用して膜面への汚染物質の堆積を防止するものである。このようなクロスフロー濾過においては、汚染物質の膜面への堆積を防ぐために十分な膜面線速を得ることが必要であり、そのためには十分な流量の原水を膜面に対して平行に流す必要がある。しかしながら、膜面に平行に流す原水の流量を大きくすると、スパイラル型膜エレメント当たりの回収率が低くなるうえ、原水を供給するポンプが大きいものとなり、システムコストも非常に大きくなる。

## 【0007】

一方、膜面に堆積した汚染物質を逆流洗浄により取り除くことも行われる。逆流洗浄は、中空糸型膜エレメントでは一般的に行われている。

## 【0008】

スパイラル型膜エレメントへの逆流洗浄の適用は、例えば特公平6-98276号公報に提案されている。しかし、従来のスパイラル型膜エレメントの分離膜は、背圧強度が低いため、逆流洗浄において分離膜に背圧が加わると、分離膜が破損するおそれがある。そのため、上記の公報によると、スパイラル型膜エレメントに $0.1 \sim 0.5 \text{ kg/cm}^2$  ( $0.01 \sim 0.05 \text{ MPa}$ ) という低い背圧で逆流洗浄を行うことが好ましいとされている。

## 【0009】

しかし、本発明者の実験によると、スパイラル型膜エレメントにおいてこのような背圧で逆流洗浄を行った場合、汚染物質の除去を充分に行うことが困難であ

り、長時間にわたって高い透過流束を維持することはできなかった。

【0010】

一方、本発明者は、特開平10-225626号公報に背圧強度が $2\text{ kgf/cm}^2$ 以上の分離膜の構造および製造方法を提案している。しかしながら、このような背圧強度を有する分離膜を用いてスパイラル型膜エレメントを作製した場合に、実際にどのような背圧で逆流洗浄を行うことが可能となるか、また、どのような範囲の背圧で逆流洗浄を行った場合に長期間にわたって高い透過流束を維持できるかについては十分に検証されていなかった。さらに、上記のような背圧強度の高い分離膜を有するスパイラル型膜エレメントの運転方法およびこのようなスパイラル型膜エレメントを備えたスパイラル型膜モジュールの運転方法については検証されていなかった。

【0011】

このような背圧強度の高い分離膜を用いた場合でも、最適な洗浄条件および洗浄方法を適用しかつ最適な運転方法により濾過運転を行わなければ、スパイラル型膜エレメントおよびスパイラル型膜モジュールにおいて長期間にわたって透過流束の低下を生じることなく安定した濾過運転を続けることができない。

【0012】

本発明の目的は、長期間にわたって高い透過流束を維持しつつ低コストで安定した濾過運転を行うことができるスパイラル型膜エレメントおよびスパイラル型膜モジュールの運転方法ならびに処理システムを提供することである。

【0013】

【課題を解決するための手段および発明の効果】

第1の発明に係るスパイラル型膜エレメントの運転方法は、有孔中空管の外周面に袋状の分離膜が巻回されてなり、 $0.05\text{ MPa}$ よりも高く $0.3\text{ MPa}$ 以下の背圧で逆流洗浄が可能なスパイラル型膜エレメントの運転方法であって、濾過速度の回復処理として、有孔中空管の少なくとも一方の開口端から $0.3\text{ MPa}$ 以下の気体を注入する操作を行うものである。

【0014】

本発明に係るスパイラル型膜エレメントの運転方法においては、濾過速度の回

復処理として、有孔中空管の少なくとも一方の開口端から0.3MPa以下の気体が注入される。その気体は、有孔中空管の外周面から袋状の分離膜の内部に導出され、分離膜の全体に有効な背圧が加えられる。それにより、分離膜の膜面上に堆積した汚染物質を浮き上がらせることができる。したがって、分離膜の膜面上に堆積した汚染物質を効果的に系外へ排出することができる。その結果、長期間にわたって高い透過流束を維持しつつ安定した濾過運転を行うことが可能となる。

【0015】

この場合、スパイラル型膜エレメントは0.05MPaよりも高く0.3MPa以下の背圧で逆流洗浄が可能であるので、0.3MPa以下の気体を注入しても、分離膜と分離膜支持体とが剥離する等の損傷を与えることはない。また、上記のような背圧強度を有する分離膜のバブルポイントは0.3MPa以上であるので、0.3MPa以下の気体を注入しても分離膜の細孔内が気体で置換されて透過流量の低下を招くことはない。

【0016】

濾過速度の回復処理として、有孔中空管の少なくとも一方の開口端から洗浄液を導入し、スパイラル型膜エレメントの少なくとも一端部から洗浄液を排出させることにより0.05MPaよりも高く0.3MPa以下の背圧で分離膜を逆流洗浄する操作を気体の注入操作と組み合わせて行ってもよい。

【0017】

有孔中空管の少なくとも一方の開口端から導入された洗浄液は、有孔中空管の外周面から袋状の分離膜の内部に導出され、その分離膜を濾過時と逆方向に透過する。それにより、分離膜が逆流洗浄され、分離膜の膜面に堆積した汚染物質が分離膜から剥離される。

【0018】

この場合、例えば有孔中空管の開口端で0.3MPaの背圧を加えたとしても、スパイラル型膜エレメントの構成部材の流路抵抗のために、袋状の分離膜に均一に背圧を加えることは困難であり、分離膜の背圧は分離膜の長さ方向に圧力分布を生じる。そのため、分離膜の長さ方向で単位面積あたりに透過する洗浄液の



流量に分布が生じ、分離膜を均一に逆流洗浄することができず、その結果膜面への汚染物質の堆積が生じ、透過流束の低下を招く場合がある。

【 0 0 1 9 】

このような場合、一般的には、逆流洗浄を行う時間間隔を短くし、頻繁に逆流洗浄を行うか、あるいは、透過流束の低下が大きい場合には、薬品洗浄を行って透過流束を維持する。しかしながら、逆流洗浄を頻繁に行うことは、排出される洗浄液の増加および回収率の低下を招く。また、薬品洗浄を行うと、薬品洗浄排水の処理および薬品コストの問題が生じる。

【 0 0 2 0 】

上記のように、濾過速度の回復処理として気体の注入操作および逆流洗浄操作を組み合わせた場合、気体の注入操作により袋状の分離膜全体に有効な背圧を加え、膜面上に堆積した汚染物質を浮き上がらせることができ、逆流洗浄操作により膜面上に堆積した汚染物質をより効果的に系外に排出することができる。その結果、さらに長期にわたって高い透過流束を維持しつつより安定した濾過運転を行うことが可能となる。

【 0 0 2 1 】

この場合、0.05MPaよりも高く0.3MPa以下の背圧で分離膜を逆流洗浄するので、短時間に必要量の洗浄液を流すことができる。それにより、分離膜の膜面に堆積した汚染物質を効果的に除去することができる。

【 0 0 2 2 】

なお、逆流洗浄操作は気体の注入操作の前に行ってもよく、気体の注入操作と同時に進行してもよく、あるいは気体の注入操作の後に行ってもよい。

【 0 0 2 3 】

濾過速度の回復処理として、スパイラル型膜エレメント内の軸方向に原液を流す操作を気体の注入操作と組み合わせて行ってもよい。

【 0 0 2 4 】

この場合にも、気体の注入操作により袋状の分離膜全体に有効な背圧を加え、膜面上に堆積した汚染物質を浮き上がらせることができ、原液をスパイラル型膜エレメントの軸方向に流す操作により膜面上に堆積した汚染物質をより効果的に

系外に排出することができる。その結果、さらに長期間にわたって高い透過流束を維持しつつより安定した濾過運転を行うことができる。

【 0 0 2 5 】

さらに、濾過速度の回復処理として、気体の注入操作、逆流洗浄操作および原液をスパイラル型膜エレメントの軸方向に流す操作を組み合わせる行うことが好ましい。この場合、膜面上に堆積した汚染物質をより効果的に系外へ排出することができ、さらに長期間にわたって高い透過流束を維持しつつより安定した濾過運転を行うことができる。

【 0 0 2 6 】

以上のように、上記のスパイラル型膜エレメントの運転方法によれば、濾過を安定して行うことができるため、効率よく透過液を得ることが可能となる。また、原液を供給するポンプに大きなものを用いる必要がなく、システムの規模を小さくすることが可能となる。それにより、システムコストが低減される。

【 0 0 2 7 】

スパイラル型膜エレメント内を軸方向に流した原液の少なくとも一部を再びスパイラル型膜エレメントの供給側に戻すことが好ましい。このように原液を循環させることにより、高い回収率で透過液を得ることが可能となる。

【 0 0 2 8 】

分離膜は多孔性シート材の一面に透過性膜体が接合されてなり、透過性膜体は多孔性シート材の一面に投錨状態で接合されてなってもよい。このような分離膜においては、多孔性シート材と透過性膜体との接合が強化され、分離膜の背圧強度が向上する。それにより、0.05MPaよりも高く0.3MPa以下の背圧でスパイラル型膜エレメントの分離膜の破損を生じることなく十分に逆流洗浄することが可能となる。

【 0 0 2 9 】

特に、分離膜の背圧強度は0.2MPa以上であることが好ましい。これにより、高い背圧での逆流洗浄が可能となり、膜洗浄を十分に行うことによって長期間安定した膜分離処理を行うことができる。

【 0 0 3 0 】

特に、多孔性シート材は合成樹脂からなる織布、不織布、メッシュ状ネットまたは発泡焼結シートからなることが好ましい。

【 0 0 3 1 】

さらに、多孔性シート材は、厚みが 0. 0 8 mm 以上 0. 1 5 mm 以下でかつ密度が  $0. 5 \text{ g} / \text{cm}^3$  以上  $0. 8 \text{ g} / \text{cm}^3$  以下の不織布からなることが好ましい。

【 0 0 3 2 】

これにより、0. 2 MP a 以上の背圧強度を得るとともに、補強シートとしての強度を確保しつつ、透過抵抗の増大および透過性膜体の剥離を防止することができる。

【 0 0 3 3 】

第 2 の発明に係るスパイラル型膜モジュールは、有孔中空管の外周面に袋状の分離膜が巻回されてなり、0. 0 5 MP a よりも高く 0. 3 MP a 以下の背圧で逆流洗浄が可能なスパイラル型膜エレメントが原液入口を有する圧力容器内に 1 または複数本収容されてなるスパイラル型膜モジュールの運転方法であって、濾過速度の回復処理として、有孔中空管の少なくとも一方の開口端から 0. 3 MP a 以下の気体を注入する操作を行うものである。

【 0 0 3 4 】

本発明に係るスパイラル型膜モジュールの運転方法においては、濾過速度の回復処理として、有孔中空管の少なくとも一方の開口端から 0. 3 MP a 以下の気体が注入される。その気体は、有孔中空管の外周面から袋状の分離膜の内部に導出され、分離膜の全体に有効な背圧が加えられる。それにより、分離膜の膜面上に堆積した汚染物質を浮き上がらせることができる。したがって、分離膜の膜面上に堆積した汚染物質を効果的に系外へ排出することができる。その結果、長期間にわたって高い透過流束を維持しつつ安定した濾過運転を行うことが可能となる。

【 0 0 3 5 】

この場合、スパイラル型膜エレメントは 0. 0 5 MP a よりも高く 0. 3 MP a 以下の背圧で逆流洗浄が可能であるので、0. 3 MP a 以下の気体を注入して

も、分離膜と分離膜支持体とが剥離する等の損傷を与えることはない。また、上記のような背圧強度を有する分離膜のバブルポイントは0.3MPa以上であるので、0.3MPa以下の気体を注入しても分離膜の細孔内が気体で置換されて透過液量の低下を招くことはない。

【0036】

濾過速度の回復処理として、有孔中空管の少なくとも一方の開口端から洗浄液を導入し、スパイラル型膜エレメントの少なくとも一端部から洗浄液を排出させて圧力容器の外部に取り出すことにより0.05MPaよりも高く0.3MPa以下の背圧で分離膜を逆流洗浄する操作を気体の注入操作と組み合わせて行ってもよい。

【0037】

有孔中空管の少なくとも一方の開口端から導入された洗浄液は、有孔中空管の外周面から袋状の分離膜の内部に導出され、その分離膜を濾過時と逆方向に透過する。それにより、分離膜が逆流洗浄され、分離膜の膜面に堆積した汚染物質が分離膜から剥離される。

【0038】

上記のように、濾過速度の回復処理として気体の注入操作および逆流洗浄操作を組み合わせた場合、気体の注入操作により袋状の分離膜全体に有効な背圧を加え、膜面上に堆積した汚染物質を浮き上がらせることができ、逆流洗浄操作により膜面上に堆積した汚染物質をより効果的に系外に排出することができる。その結果、さらに長期にわたって高い透過流束を維持しつつより安定した濾過運転を行うことが可能となる。

【0039】

この場合、0.05MPaよりも高く0.3MPa以下の背圧で分離膜を逆流洗浄するので、短時間に必要量の洗浄液を流すことができる。それにより、分離膜の膜面に堆積した汚染物質を効果的に除去することができる。

【0040】

なお、逆流洗浄操作は気体の注入操作の前に行ってもよく、気体の注入操作と同時にに行ってもよく、あるいは気体の注入操作の後に行ってもよい。

【 0 0 4 1 】

濾過速度の回復処理として、圧力容器の原液入口からスパイラル型膜エレメント内に原液を供給しスパイラル型膜エレメント内で原液を軸方向に流すとともに、軸方向に流した原液を圧力容器の外部に取り出す操作を気体の注入操作と組み合わせる行ってもよい。

【 0 0 4 2 】

この場合にも、気体の注入操作により袋状の分離膜全体に有効な背圧を加え、膜面上に堆積した汚染物質を浮き上がらせることができ、原液をスパイラル型膜エレメントの軸方向に流す操作により膜面上に堆積した汚染物質をより効果的に系外に排出することができる。その結果、さらに長期間にわたって高い透過流束を維持しつつより安定した濾過運転を行うことができる。

【 0 0 4 3 】

さらに、濾過速度の回復処理として、気体の注入操作、逆流洗浄操作および原液をスパイラル型膜エレメントの軸方向に流す操作を組み合わせる行うことが好ましい。この場合、膜面上に堆積した汚染物質をより効果的に系外へ排出することができ、さらに長期間にわたって高い透過流束を維持しつつより安定した濾過運転を行うことができる。

【 0 0 4 4 】

以上のように、上記のスパイラル型膜モジュールの運転方法によれば、濾過を安定して行うことができるため、効率よく透過液を得ることが可能となる。また、原液を供給するポンプに大きなものを用いる必要がなく、システムの規模を小さくすることが可能となる。それにより、システムコストが低減される。

【 0 0 4 5 】

圧力容器の外部に取り出した原液の少なくとも一部を再び原液入口に供給してもよい。このように原液を循環させることにより、高い回収率で透過液を得ることが可能となる。

【 0 0 4 6 】

さらに、洗浄時に軸方向に流した原液の少なくとも一部を再び原液入口に供給してもよい。このように原液を循環させることにより、高い回収率で透過液を得

ることが可能となる。

【 0 0 4 7 】

第 3 の発明に係る処理システムは、有孔中空管の外周面に袋状の分離膜が巻回されてなるスパイラル型膜エレメントが原液入口を有する圧力容器内に 1 または複数本收容されてなるスパイラル型膜モジュールを用いた処理システムであって、分離膜は 0. 0 5 M P a よりも高く 0. 3 M P a 以下の背圧で逆流洗浄が可能な背圧強度を有し、圧力容器の原液入口を通して原液をスパイラル型膜エレメント内へ供給する第 1 の原液供給系と、有孔中空管の少なくとも一方の開口端から透過液を取り出す透過液取り出し系と、有孔中空管の少なくとも一方の開口端からスパイラル型膜エレメント内へ 0. 3 M P a 以下の気体を注入する気体注入系とが設けられたものである。

【 0 0 4 8 】

本発明に係る処理システムにおいては、濾過時には、第 1 の原液供給系により圧力容器の原液入口を通して原液がスパイラル型膜エレメント内へ供給され、透過液取り出し系により有孔中空管の少なくとも一方の開口端から透過液が取り出される。

【 0 0 4 9 】

濾過速度の回復処理時には、気体注入系により有孔中空管の少なくとも一方の開口端から 0. 3 M P a 以下の気体が注入される。その気体は、有孔中空管の外周面から袋状の分離膜の内部に導出され、分離膜の全体に有効な背圧が加えられる。それにより、分離膜の膜面上に堆積した汚染物質を浮き上がらせることができる。したがって、分離膜の膜面上に堆積した汚染物質を効果的に系外へ排出することができる。その結果、長期間にわたって高い透過流束を維持しつつ安定した濾過運転を行うことが可能となる。

【 0 0 5 0 】

この場合、スパイラル型膜エレメントは 0. 0 5 M P a よりも高く 0. 3 M P a 以下の背圧で逆流洗浄が可能であるので、0. 3 M P a 以下の気体を注入しても、分離膜と分離膜支持体とが剥離する等の損傷を与えることはない。また、上記のような背圧強度を有する分離膜のバブルポイントは 0. 3 M P a 以上である

ので、0.3 MPa 以下の気体を注入しても分離膜の細孔内が気体で置換されて透過液量の低下を招くことはない。

【0051】

有孔中空管の少なくとも一方の開口端から洗浄液を導入する洗浄液導入系がさらに設けられてもよい。

【0052】

この場合、濾過速度の回復処理時に、洗浄液導入系により有孔中空管の少なくとも一方の開口端から洗浄液が導入される。その洗浄液は、有孔中空管の外周面から袋状の分離膜の内部に導出され、その分離膜を濾過時と逆方向に透過する。それにより、分離膜が逆流洗浄され、分離膜の膜面に堆積した汚染物質が分離膜から剥離される。

【0053】

上記のように、濾過速度の回復処理として気体の注入操作および逆流洗浄操作を組み合わせた場合、気体の注入操作により袋状の分離膜全体に有効な背圧を加え、膜面上に堆積した汚染物質を浮き上がらせることができ、逆流洗浄操作により膜面上に堆積した汚染物質をより効果的に系外に排出することができる。その結果、さらに長期にわたって高い透過流束を維持しつつより安定した濾過運転を行うことが可能となる。

【0054】

この場合、0.05 MPa よりも高く0.3 MPa 以下の背圧で分離膜を逆流洗浄するので、短時間に必要量の洗浄液を流すことができる。それにより、分離膜の膜面に堆積した汚染物質を効果的に除去することができる。

【0055】

圧力容器の原液入口を通してスパイラル型膜エレメント内へ原液を供給し、スパイラル型膜エレメント内で原液を軸方向に流すとともに軸方向に流した原液を圧力容器の外部に取り出す第2の原液供給系がさらに設けられてもよい。

【0056】

この場合、濾過速度の回復処理時に、第2の原液供給系により圧力容器の原液入口を通してスパイラル型膜エレメント内へ原液が供給され、スパイラル型膜エ

レメント内で原液が軸方向に流されるとともに軸方向に流された原液が圧力容器の外部に取り出される。

【0057】

この場合にも、気体の注入操作により袋状の分離膜全体に有効な背圧を加え、膜面上に堆積した汚染物質を浮き上がらせることができ、原液をスパイラル型膜エレメントの軸方向に流す操作により膜面上に堆積した汚染物質をより効果的に系外に排出することができる。その結果、さらに長期間にわたって高い透過流束を維持しつつより安定した濾過運転を行うことができる。

【0058】

以上のように、上記の処理システムによれば、濾過を安定して行うことができるため、効率よく透過液を得ることが可能となる。また、原液を供給するポンプに大きなものを用いる必要がなく、システムの規模を小さくすることが可能となる。それにより、システムコストが低減される。

【0059】

#### 【発明の実施の形態】

図1は本発明の一実施の形態における処理システムを示す模式図である。

【0060】

図1に示すように、原水タンク500からポンプ510により配管25を通して原水がスパイラル型膜モジュール100の原水入口に供給される。スパイラル型膜モジュール100の透過水出口から導出された透過水は配管28を介して透過水タンク530に供給される。スパイラル型膜モジュール100からの排水は配管26を介して系外に排出される。このスパイラル型膜モジュール100には、0.05～0.3MPaで逆流洗浄を行うことができるスパイラル型膜エレメントが用いられる。

【0061】

本実施の形態の処理システムでは、濾過速度の回復処理としてエアーの注入操作、逆流洗浄操作およびフラッシング操作が行われる。この濾過速度の回復処理については後述する。

【0062】



エアー注入操作時には、圧縮機等からなる加圧空気供給装置 5 4 0 から配管 3 2 を通してスパイラル型膜モジュール 1 0 0 の透過水出口に 0. 3 M P a 以下のエアー（空気）が注入される。また、逆流洗浄時には、透過水タンク 5 3 0 からポンプ 5 2 0 により配管 2 9 を通してスパイラル型膜モジュール 1 0 0 の透過水出口に洗浄液として透過水が供給される。

#### 【 0 0 6 3 】

本実施の形態では、ポンプ 5 1 0 および配管 2 5 が第 1 の原液供給系に相当し、配管 2 8 が透過液取り出し系に相当し、加圧空気供給装置 5 4 0 および配管 3 2 が気体注入系に相当する。また、ポンプ 5 1 0、配管 2 5 および配管 2 6 が第 2 の原液供給系を構成する。

#### 【 0 0 6 4 】

図 2 は図 1 の処理システムに用いられるスパイラル型膜モジュールおよび配管の詳細な構成および濾過時の運転方法を示す模式的断面図である。なお、図 2 には、図 1 のポンプ 5 1 0、5 2 0 は図示されていない。

#### 【 0 0 6 5 】

図 2 に示すように、スパイラル型膜モジュール 1 0 0 は、圧力容器（耐圧容器）1 0 内にスパイラル型膜エレメント 1 が収納されてなる。圧力容器 1 0 は、筒形ケース 1 1 および 1 対の端板 1 2 a、1 2 b により構成される。一方の端板 1 2 a には原水入口 1 3 が形成され、他方の端板 1 2 b には原水出口 1 5 が形成されている。また、他方の端板 1 2 b の中央部には透過水出口 1 4 が設けられている。なお、圧力容器の構造は図 2 の構造に限定されず、後述するような筒形ケースに原水入口および原水出口が設けられたサイドエントリ形状の圧力容器を用いてもよい。

#### 【 0 0 6 6 】

外周面の一端部近傍にパッキン 1 7 が取り付けられたスパイラル型膜エレメント 1 を筒形ケース 1 1 内に装填し、筒形ケース 1 1 の両方の開口端をそれぞれ端板 1 2 a、1 2 b で封止する。集水管 5 の一方の開口端は端板 1 2 b の透過水出口 1 4 に嵌合され、他方の開口端にはエンドキャップ 1 6 が装着される。圧力容器 1 0 の内部空間は、パッキン 1 7 により第 1 の液室 1 8 と第 2 の液室 1 9 とに

分離される。

【 0 0 6 7 】

スパイラル型膜モジュールの原水入口 1 3 は、配管 2 5 を通して原水タンク 5 0 0 に接続されている。配管 2 5 にはバルブ 3 0 a が介挿されており、さらに、このバルブ 3 0 a の下流側に、バルブ 3 0 b が介挿された配管 2 6 が接続されている。一方、原水出口 1 5 には、バルブ 3 0 c が介挿された配管 2 7 が接続されており、さらにバルブ 3 0 d が介挿された配管 2 7 a が配管 2 7 のバルブ 3 0 c 上流側に接続されている。この配管 2 7 a を介して原水出口 1 5 は原水タンク 5 0 0 に接続される。透過水出口 1 4 には、バルブ 3 0 e が介挿された配管 2 8 が接続されており、このバルブ 3 0 e の上流側に、バルブ 3 0 f が介挿された配管 2 9 およびバルブ 3 0 g が介挿された配管 3 2 が接続されている。配管 3 2 は図 1 の加圧空気供給装置 5 4 0 に接続されている。

【 0 0 6 8 】

図 6 は、図 2 のスパイラル型膜モジュールに用いられるスパイラル型膜エレメントの一部切欠き斜視図である。

【 0 0 6 9 】

図 6 に示すように、スパイラル型膜エレメント 1 は、合成樹脂のネットからなる透過水スペーサ 3 の両面に分離膜 2 を重ね合わせて 3 辺を接着することにより封筒状膜（袋状膜） 4 を形成し、その封筒状膜 4 の開口部を集水管 5 に取り付け、合成樹脂のネットからなる原水スペーサ 6 とともに集水管 5 の外周面にスパイラル状に巻回することにより構成される。スパイラル型膜エレメント 1 の外周面は外装材で被覆される。

【 0 0 7 0 】

このスパイラル型膜エレメント 1 においては、後述する構造を有する分離膜 2 を用いることにより、0. 0 5 ～ 0. 3 MP a の背圧で逆流洗浄を行うことが可能となる。

【 0 0 7 1 】

図 2 に示すように、濾過時には、配管 2 5 のバルブ 3 0 a および配管 2 8 のバルブ 3 0 e を開くとともに、配管 2 6 のバルブ 3 0 b、配管 2 7 のバルブ 3 0 c

、配管 2 7 a のバルブ 3 0 d、配管 2 9 のバルブ 3 0 f および配管 3 2 のバルブ 3 0 g を閉じる。

【 0 0 7 2 】

原水タンク 5 0 0 から取水された原水 7 は、配管 2 5 を通して原水入口 1 3 から圧力容器 1 0 の内部に供給される。スパイラル型膜モジュール内において、供給された原水 7 は原水入口 1 3 から圧力容器 1 0 の第 1 の液室 1 8 に導入され、さらに、スパイラル型膜エレメント 1 の一端部からスパイラル型膜エレメント 1 の内部に供給される。

【 0 0 7 3 】

図 6 に示すように、スパイラル型膜エレメント 1 において、一方の端面側から供給された原水 7 は、原水スペーサ 6 に沿って集水管 5 と平行な方向（軸方向）に他方の端面側に向かって直線状に流れる。原水 7 が原水スペーサ 6 に沿って流れる過程で、原水側と透過水側の圧力差によって原水 7 の一部が分離膜 2 を透過する。この透過水 8 が透過水スペーサ 3 に沿って集水管 5 の内部に流れ込み、集水管 5 の端部から排出される。一方、分離膜 2 を透過しなかった残りの原水 7 a は、スパイラル型膜エレメント 1 の他方の端面側から排出される。

【 0 0 7 4 】

集水管 5 の端部から排出された透過水 8 は、図 2 に示すように、透過水出口 1 4 から配管 2 8 を通して圧力容器 1 0 の外部へ取り出される。一方、スパイラル型膜エレメント 1 の他方の端面側から排出された原水 7 a は、第 2 の液室 1 9 に導出される。この場合、原水出口 1 5 に接続された配管 2 7 のバルブ 3 0 c および配管 2 7 a のバルブ 3 0 d を閉じているため、スパイラル型膜エレメント 1 における分離膜 2 の透過が促進されて全量濾過が行われる。

【 0 0 7 5 】

上記のような濾過過程で、原水中に含まれる懸濁物質、コロイド性物質または溶存性物質が汚染物質としてスパイラル型膜エレメント 1 の分離膜 2 の膜面に堆積する。特に、全量濾過においては分離膜 2 の膜面に汚染物質が堆積しやすい。このような汚染物質の堆積は水の透過速度の低下を引き起こすため、以下に示す濾過速度の回復処理を行って汚染物質を除去する。

## 【 0 0 7 6 】

図 3 は濾過速度の回復処理におけるエアー注入操作を示す模式的断面図、図 4 は濾過速度の回復処理における逆流洗浄操作およびフラッシング操作を示す模式的断面図である。

## 【 0 0 7 7 】

図 3 に示すように、濾過速度の回復処理では、まず、配管 2 5 のバルブ 3 0 a、配管 2 6 のバルブ 3 0 b、配管 2 7 のバルブ 3 0 c、配管 2 7 a のバルブ 3 0 d、配管 2 8 のバルブ 3 0 e および配管 2 9 のバルブ 3 0 f を閉じるとともに、配管 3 2 のバルブ 3 0 g を開き、エアー注入を行う。エアー注入時には、図 1 の加圧空気供給装置 5 4 0 から配管 3 2 および配管 2 8 を通して加圧されたエアー 4 1 が透過水出口 1 4 から集水管 5 の開口端に供給され、エアー 4 1 が集水管 5 の内部に導入される。なお、エアー 4 1 の圧力は 0. 3 MP a 以下とする。

## 【 0 0 7 8 】

集水管 5 の内部に導入されたエアー 4 1 は、集水管の 5 の外周面から分離膜 2 の内部へ導出され、分離膜 2 の全体に有効な背圧が加えられる。それにより、分離膜 2 の膜面上に堆積した汚染物質が分離膜 2 から浮き上がる。したがって、分離膜 2 の膜面上に堆積した汚染物質を逆流洗浄およびフラッシングにより効果的に系外へ排出することができる。

## 【 0 0 7 9 】

この場合、スパイラル型膜エレメント 1 は 0. 0 5 ～ 0. 3 MP a の背圧で逆流洗浄を行うことが可能であるので、0. 3 MP a 以下のエアーを注入しても、分離膜 2 と分離膜支持体とが剥離する等の損傷を与えることはない。また、分離膜 2 のバルブポイントは 0. 3 MP a 以上であるので、0. 3 MP a 以下のエアーを注入しても、分離膜 2 の細孔内がエアーに置換されて透過水量の低下を招くことはない。

## 【 0 0 8 0 】

次に、図 4 に示すように、まず、配管 2 8 のバルブ 3 0 e を開いて集水管 5 内のエアーによる圧力を抜いた後、配管 2 5 のバルブ 3 0 a、配管 2 8 のバルブ 3 0 e、配管 2 7 a のバルブ 3 0 d および配管 3 2 のバルブ 3 0 g を閉じるととも

に、配管 2 6 のバルブ 3 0 b、配管 2 9 のバルブ 3 0 f および配管 2 7 のバルブ 3 0 c を開き、逆流洗浄を行う。

【 0 0 8 1 】

逆流洗浄時には、配管 2 9 および配管 2 8 を通して洗浄水 2 1 が透過水出口 1 4 から集水管 5 の開口端に供給され、洗浄水 2 1 が集水管 5 の内部に導入される。なお、洗浄水 2 1 としては、例えば透過水を用いる。集水管 5 の内部に導入された洗浄水 2 1 は、集水管 5 の外周面から分離膜 2 の内部へ導出され、濾過時と逆方向に分離膜 2 を透過する。この際に、分離膜 2 の膜面に堆積した汚染物質が分離膜 2 から剥離する。スパイラル型膜エレメント 1 の外周面は外装材で被覆されているので、分離膜 2 を透過した洗浄水 2 1 は、原水スぺーサ 6 に沿ってスパイラル型膜エレメント 1 の内部を軸方向に流れ、スパイラル型膜エレメント 1 の両端部から第 1 の液室 1 8 および第 2 の液室 1 9 に排出される。さらに洗浄水 2 1 は、原水入口 1 3 および原水出口 1 5 から配管 2 6 および配管 2 7 を通してそれぞれ外部へ取り出される。

【 0 0 8 2 】

この場合、分離膜 2 に 0. 0 5 ～ 0. 3 M P a の背圧が加わるように透過水出口 1 4 側の圧力、原水入口 1 3 側の圧力および原水出口 1 5 側の圧力を設定する。それにより、短時間に必要量の洗浄水 2 1 を流すことができ、分離膜 2 の膜面に堆積した汚染物質を効果的に剥離させることが可能になる。また、剥離した汚染物質がスパイラル型膜エレメント 1 の端部から排出されるまでの間に原水スぺーサ 6 に捕捉されるのを抑制し、汚染物質を効果的に除去することが可能となる。

【 0 0 8 3 】

なお、本例においては原水入口 1 3 から取り出された洗浄水 2 1 の全量を排水として系外へ排出しているが、この洗浄水 2 1 の一部を排水として系外へ排出するとともに、一部を原水 7 として再利用してもよい。例えば、配管 2 6 のバルブ 3 0 b の下流側にさらに配管を設けるとともにこの配置を原水タンク 5 0 0 に接続することにより、洗浄水 2 1 の一部を原水タンク 5 0 0 に戻してもよい。

【 0 0 8 4 】

また、本例においては原水出口 1 5 から取り出された洗浄水 2 1 の全量を排水として系外へ排出しているが、この洗浄水 2 1 の一部を排水として系外へ排出するとともに、一部を原水 7 として再利用してもよい。例えば、配管 2 7 のバルブ 3 0 c を開くとともに配管 2 7 a のバルブ 3 0 d を開き、洗浄水 2 1 の一部を配管 2 7 a を通して原水タンク 5 0 0 に戻してもよい。

## 【 0 0 8 5 】

また、図 4 の例では、逆流洗浄時にスパイラル型膜エレメント 1 の両端部から洗浄水 2 1 が排出され、それぞれ原水入口 1 3 および原水出口 1 5 から配管 2 6 および配管 2 7 を通して外部に取り出されているが、洗浄水 2 1 がスパイラル型膜エレメント 1 の一端部から第 1 の液室 1 8 に排出され、原水入口 1 3 から配管 2 6 を通して外部に取り出されるように透過水出口 1 4 側の圧力および原水入口 1 3 側の圧力を設定してもよい。この場合、配管 2 7 のバルブ 3 0 c を閉じ、原水出口 1 5 を閉じておく。あるいは、洗浄水 2 1 がスパイラル型膜エレメント 1 の他端部から第 2 の液室 1 9 に排出され、原水出口 1 5 から配管 2 7 を通して外部に取り出されるように透過水出口 1 4 側の圧力および原水出口 1 5 側の圧力を設定してもよい。この場合、配管 2 6 のバルブ 3 0 b を閉じ、原水入口 1 3 を閉じておく。

## 【 0 0 8 6 】

上記のようにして逆流洗浄を行った後、配管 2 6 のバルブ 3 0 b および配管 2 9 のバルブ 3 0 f を閉じるとともに配管 2 5 のバルブ 3 0 a を開く。それにより、原水タンク 5 0 0 から取水された原水 3 1 が配管 2 5 を通して原水入口 1 3 から圧力容器 1 0 内に供給され、第 1 の液室 1 8 に導入される。原水 3 1 は、スパイラル型膜エレメント 1 の一端部から内部に供給され、原水スパーサ 6 に沿ってスパイラル型膜エレメント 1 の内部を軸方向に流れた後、他端部から排出される。それにより、分離膜 2 から剥離した汚染物質が原水 3 1 とともにスパイラル型膜エレメント 1 の一端部から他端部へ押し流され、スパイラル型膜エレメント 1 の内部に残存する洗浄水 2 1 とともにスパイラル型膜エレメント 1 の他端部から第 2 の液室 1 9 に排出される。さらに、汚染物質は原水 3 1 とともに原水出口 1 5 から配管 2 7 を通して圧力容器 1 0 の外部へ取り出される。

## 【 0 0 8 7 】

このように、逆流洗浄後に濾過時の原水の供給方向と同方向に原水 3 1 を流すことにより、スパイラル型膜エレメント 1 内で分離膜 2 から剥離した汚染物質を系外に速やかに排出することができる。それにより、分離膜 2 から剥離した汚染物質が再び分離膜 2 に付着することを防止することができる。

## 【 0 0 8 8 】

上記のような濾過速度の回復処理によれば、濾過時に分離膜 2 に堆積した汚染物質を効果的に除去することが可能となるため、膜面に汚染物質が堆積しやすい全量濾過においても、長期間にわたって透過流束の低下を生じることなく安定して運転を行うことが可能となる。

## 【 0 0 8 9 】

なお、本例においては、エアー注入操作後に逆流洗浄操作を行っているが、エアー注入操作前に逆流洗浄操作を行ってもよい。あるいは、エアー注入操作と並行して逆流洗浄操作を行ってもよい。例えば、濾過速度の回復処理時に配管 2 6 , 2 7 , 2 9 , 3 2 のバルブ 3 0 b , 3 0 c , 3 0 f , 3 0 g を同時に開き、透過側からエアー 4 1 および洗浄水 2 1 を供給してもよい。この場合、上記のようにエアー注入操作後に逆流洗浄操作を行う場合に得られる効果と同様の効果が得られる。

## 【 0 0 9 0 】

また、本例においては逆流洗浄後に原水 3 1 を軸方向に流しているが、逆流洗浄と並行して原水 3 1 を軸方向に流してもよい。例えば上記において、洗浄時に配管 2 5 , 2 6 , 2 7 , 2 9 のバルブ 3 0 a , 3 0 b , 3 0 c , 3 0 f を同時に開き、透過側から洗浄水 2 1 を供給するとともに原水側から原水 3 1 を供給してもよい。この場合、上記のように逆流洗浄後に原水 3 1 を流す場合に得られる効果と同様の効果が得られる。

## 【 0 0 9 1 】

また、本例においては原水 3 1 を原水入口 1 3 から供給して原水出口 1 5 から取り出しているが、原水を原水出口 1 5 から供給して原水入口 1 3 から取り出し、スパイラル型膜エレメント 1 の内部において濾過時の原水の供給方向と逆方向

に原水を流してもよい。この場合、上記のように濾過時の原水の供給方向と同方向に原水 3 1 を流す場合に得られる効果と同様の効果が得られる。

【 0 0 9 2 】

なお、濾過時の原水の供給方向と同方向に原水を流す場合においては、特にスパイラル型膜エレメント 1 の第 2 の液室 1 9 に近い側に堆積した汚染物質を容易に除去して排出することが可能である。これに対し、濾過時の原水の供給方向と逆方向に原水を流す場合においては、特にスパイラル型膜エレメント 1 の第 1 の液室 1 8 に近い側に堆積した汚染物質を容易に除去して排出することが可能である。

【 0 0 9 3 】

また、濾過時の原水の供給方向と同方向および逆方向に順に原水を流してもよい。この場合、スパイラル型膜エレメント 1 の全体に分布した汚染物質を均一に除去して排出することが可能となる。

【 0 0 9 4 】

また、本例においては原水出口 1 5 から取り出された原水 3 1 の全量を排水として系外へ排出しているが、原水 3 1 の一部を排水として系外へ排出するとともに、一部を原水として再利用してもよい。例えば上記において、配管 2 7 のバルブ 3 0 c を開くとともに配管 2 7 a のバルブ 3 0 d を開き、原水 3 1 の一部を配管 2 7 a を通して原水タンク 5 0 0 に戻してもよい。

【 0 0 9 5 】

以上のように、図 2 ～図 4 に示す本例の運転方法によれば、スパイラル型膜エレメント 1 の膜面に堆積した汚染物質を充分に除去することができるため、図 1 の処理システムにおいて高い透過流束を維持しつつ安定して全量濾過を行い、効率よく透過水 8 を得ることが可能となる。この場合、全量濾過が行われるので、原水 7 を供給するポンプに大きなものを用いる必要がなく、システムの規模を小さくすることが可能となる。それにより、システムコストが低減される。

【 0 0 9 6 】

図 5 は本発明に係るスパイラル型膜モジュールの運転方法の他の例を示す模式的断面図である。図 5 は濾過時の運転方法を示しており、本例においても図 2 の



スパイラル型膜モジュールを用いる。なお、本例における濾過速度の回復処理時の運転方法は、前述の図 3 および図 4 の運転方法と同様である。

【0097】

図 5 に示すように、濾過時には、配管 2 5 のバルブ 3 0 a、配管 2 8 のバルブ 3 0 e および配管 2 7 a のバルブ 3 0 d を開くとともに、配管 2 6 のバルブ 3 0 b、配管 2 7 のバルブ 3 0 c、配管 2 9 のバルブ 3 0 f および配管 3 2 のバルブ 3 0 g を閉じる。

【0098】

この場合、図 2 の例と同様、原水タンク 5 0 0 から取水された原水 7 は、配管 2 5 を通して原水入口 1 3 から圧力容器 1 0 の第 1 の液室 1 8 に導入される。さらに、原水 7 はスパイラル型膜エレメント 1 の一端部からスパイラル型膜エレメント 1 の内部に供給される。

【0099】

図 6 に示すように、スパイラル型膜エレメント 1 において、一部の原水は分離膜 2 を透過して集水管 5 の内部に流れ込み、透過水 8 として集水管 5 の端部から排出される。一方、分離膜 2 を透過しなかった残りの原水 7 a は、スパイラル型膜エレメント 1 の他方の端面側から排出される。

【0100】

集水管 5 の端部から排出された透過水 8 は、図 5 に示すように、透過水出口 1 4 から配管 2 8 を通して圧力容器 1 0 の外部へ取り出される。一方、スパイラル型膜エレメント 1 の他方の端面側から排出された原水 7 a は、第 2 の液室 1 9 に導出された後、原水出口 1 5 から配管 2 7 a を通して外部へ取り出され、原水タンク 5 0 0 に戻される。このように、本例においては、一部の原水 7 a を原水出口 1 5 から外部に取り出しつつスパイラル型膜モジュールにおいて濾過を行う。それにより、スパイラル型膜エレメント 1 の外周面と圧力容器 1 0 の内周面との間の空隙における液の滞留を抑制することが可能になる。また、スパイラル型膜エレメント 1 の内部において、一端部から他端部に向かう軸方向の原水の流れが形成されるため、原水中の汚染物質の沈降を抑制しつつ、汚染物質の一部を原水 7 a とともに圧力容器 1 0 の外部に排出することが可能となる。

## 【 0 1 0 1 】

なお、上記においては常時バルブ 3 0 d を開いて原水 7 a を外部に取り出しているが、間欠的にバルブ 3 0 d を開いて原水 7 a を取り出してもよい。この場合においても、常時原水 7 a を取り出す場合と同様、分離膜 2 に汚染物質が付着するのを抑制することが可能となる。

## 【 0 1 0 2 】

また、上記においては圧力容器の外部に取り出した原水 7 a の全量を原水タンク 5 0 0 に戻しているが、取り出した原水 7 a の一部を系外へ排出してもよい。例えば、バルブ 3 0 d を開くとともにバルブ 3 0 c を開き、配管 2 7 を通して原水 7 a の一部を系外へ排出してもよい。

## 【 0 1 0 3 】

本例においても、濾過速度の回復処理時には、図 3 に示す運転方法によりエア－4 1 の注入を行い、図 4 に示す運転方法により逆流洗浄を行うとともに原水 3 1 の導入を行う。それにより、濾過時に分離膜 2 に堆積した汚染物質を効果的に除去することが可能となる。

## 【 0 1 0 4 】

以上のように、本例における運転方法によれば、膜面に堆積した汚染物質の除去を充分に行うことができるため、長期間にわたって透過流束の低下を生じることなく安定して運転を行うことが可能となる。

## 【 0 1 0 5 】

特に、本例においては、図 5 に示すように濾過時に一部の原水 7 a を圧力容器 1 0 の外部に取り出すことにより、原水中の汚染物質の膜面への沈降を抑制しつつ汚染物質の一部を原水 7 a とともに圧力容器 1 0 の外部に排出することが可能となるため、より安定した濾過運転を行うことが可能となる。この場合、原水出口 1 5 から外部へ取り出した原水 7 a を配管 2 7 a を通して循環させるため、高い回収率で透過水 8 を得ることが可能である。また、原水 7 を供給するポンプに大きなものを用いる必要がなく、システムの規模を小さくすることが可能となる。それにより、システムコストが低減される。

## 【 0 1 0 6 】

なお、上記においては、1本のスパイラル型膜エレメントを備えたスパイラル型膜モジュールの運転を行う場合について説明したが、本発明に係る運転方法は、複数のスパイラル型膜エレメントを備えたスパイラル型膜モジュールにおいても適用可能である。

#### 【0107】

図7は本発明に係るスパイラル型膜モジュールの運転方法のさらに他の例を示す模式的断面図である。

#### 【0108】

図7に示すように、本例のスパイラル型膜モジュール100は、圧力容器110内に複数のスパイラル型膜エレメント1が収容されてなる。圧力容器110は、筒形ケース111および1対の端板120a、120bにより構成される。筒形ケース111の底部には原水入口130が形成され、上部には原水出口131が形成されている。このように、圧力容器110はサイドエントリ形状を有する。原水出口131はエアー抜きにも用いられる。また、端板120a、120bの中央部には透過水出口140が設けられている。

#### 【0109】

インターコネクタ116により集水管5が直列に連結された複数のスパイラル型膜エレメント1が筒形ケース111内に収容され、筒形ケース111の両方の開口端がそれぞれ端板120a、120bで封止される。なお、ここでは図5のスパイラル型膜エレメント1を用いている。両端部のスパイラル型膜エレメント1の集水管5の一端部が、アダプタ115を介してそれぞれ端板120a、120bの透過水出口140に嵌合される。各スパイラル型膜エレメント1の外周面の一端部近傍にはパッキン170が取り付けられており、このパッキン170により、圧力容器110の内部空間が複数の液室に分離される。

#### 【0110】

スパイラル型膜モジュールの原水入口130は、配管55を通して原水タンク500に接続されている。配管55にはバルブ60aが介挿されており、さらに、このバルブ60aの下流側にバルブ60bが介挿された配管56が接続されている。一方、原水出口131には、バルブ60cが介挿された配管57が接続さ

れており、さらに、バルブ 6 0 d が介挿された配管 5 7 a が配管 5 7 のバルブ 6 0 c 上流側に接続されている。この配管 5 7 a を介して原水出口 1 3 1 は原水タンク 5 0 0 に接続されている。端板 1 2 0 a 側の透過水出口 1 4 0 には、バルブ 6 0 e が介挿された配管 5 8 a が接続されており、このバルブ 6 0 e の上流側に、バルブ 6 0 g が介挿された配管 5 9 a およびバルブ 6 2 a が介挿された配管 6 1 a が接続されている。一方、端板 1 2 0 b 側の透過水出口 1 4 0 には、バルブ 6 0 f が介挿された配管 5 8 b が接続されており、このバルブ 6 0 f の上流側に、バルブ 6 0 h が介挿された配管 5 9 b およびバルブ 6 2 b が介挿された配管 6 1 b が接続されている。

#### 【 0 1 1 1 】

スパイラル型膜モジュールの濾過時には、配管 5 5 のバルブ 6 0 a、配管 5 8 a のバルブ 6 0 e および配管 5 8 b のバルブ 6 0 f を開くとともに、配管 5 6 のバルブ 6 0 b、配管 5 9 a のバルブ 6 0 g、配管 5 9 b のバルブ 6 0 h、配管 5 7 のバルブ 6 0 c、配管 5 7 a のバルブ 6 0 d、配管 6 1 a のバルブ 6 2 a および配管 6 1 b のバルブ 6 2 b を閉じる。

#### 【 0 1 1 2 】

原水タンク 5 0 0 から取水された原水 7 は、配管 5 5 を通して原水入口 1 3 0 から圧力容器 1 1 0 の内部に供給される。スパイラル型膜モジュール内において、原水入口 1 3 0 から供給された原水 7 は、端板 1 2 0 a 側の端部に位置するスパイラル型膜エレメント 1 の一方の端面側からスパイラル型膜エレメント 1 の内部に導入される。このスパイラル型膜エレメント 1 においては、図 5 に示すように、一部の原水は分離膜 2 を透過して集水管 5 の内部に流れ込み、透過水 8 として集水管 5 の端部から排出される。一方、分離膜 2 を透過しなかった残りの原水 7 a は、他方の端面側から排出される。この排出された原水 7 a は、後段のスパイラル型膜エレメント 1 の一方の端面側からこのスパイラル型膜エレメント 1 の内部に導入され、前述と同様にして透過水 8 および原水 7 a に分離される。このように、直列に連結された複数のスパイラル型膜エレメント 1 の各々において膜分離が行われる。この場合、配管 5 7 のバルブ 6 0 c および配管 5 7 a のバルブ 6 0 d を閉じているため、図 2 の例と同様、各スパイラル型膜エレメント 1 に

いて分離膜 2 の透過が促進されてスパイラル型膜モジュールにおいて全量濾過が行われる。

【0 1 1 3】

上記の濾過過程で、原水中に含まれる汚染物質が各スパイラル型膜エレメント 1 の分離膜 2 の膜面に堆積する。特に、上記のように複数のスパイラル型膜エレメント 1 を備えたスパイラル型膜モジュールにおいて全量濾過を行うと、分離膜 2 の膜面に汚染物質が堆積しやすい。このような汚染物質の堆積は水の透過速度の低下を引き起こすため、以下に示す濾過速度の回復処理を行って汚染物質を除去する。

【0 1 1 4】

濾過速度の回復処理時には、まず配管 5 5 のバルブ 6 0 a、配管 5 8 a のバルブ 6 0 e、配管 5 6 のバルブ 6 0 b、配管 5 7 のバルブ 6 0 c、配管 5 8 b のバルブ f、配管 5 7 a のバルブ 6 0 d、配管 5 9 a のバルブ 6 0 g および配管 5 9 b のバルブ 6 0 h を閉じるとともに、配管 6 1 a のバルブ 6 2 a および配管 6 1 b のバルブ 6 2 b を開き、エアー注入操作を行う。エアー注入操作時には、端板 1 2 0 a 側においては、配管 6 1 a および配管 5 8 a を通してエアー 4 1 が透過水出口 1 4 0 から集水管 5 の一端部に供給される。また、端板 1 2 0 b 側においては、配管 6 1 b および配管 5 8 b を通してエアー 4 1 が透過水出口 1 4 0 から集水管 5 の他端部に供給される。このようにして、エアー 4 1 が集水管 5 の両端部から集水管 5 の内部に導入される。集水管 5 の内部に導入されたエアー 4 1 は、各スパイラル型膜エレメント 1 において集水管 5 の外周面から分離膜 2 の内部へ導出され、分離膜 2 の全体に有効な背圧が加わる。それにより、分離膜 2 の膜面上に堆積した汚染物質が分離膜 2 から浮き上がる。したがって、分離膜 2 の膜面上に堆積した汚染物質を逆流洗浄操作およびフラッシング操作により効果的に系外へ排出することができる。

【0 1 1 5】

次に、配管 5 8 b のバルブ 6 0 f を開いて集水管 5 内のエアーによる圧力を抜いた後、配管 5 5 のバルブ 6 0 a、配管 5 8 a のバルブ 6 0 e、配管 5 8 b のバルブ 6 0 f、配管 5 7 a のバルブ 6 0 d、配管 6 1 a のバルブ 6 2 a および配管

6 1 b のバルブ 6 2 b を閉じるとともに、配管 5 6 のバルブ 6 0 b、配管 5 7 のバルブ 6 0 c、配管 5 9 a のバルブ 6 0 g および配管 5 9 b のバルブ 6 0 h を開き、逆流洗浄を行う。

【 0 1 1 6 】

逆流洗浄時、端板 1 2 0 a 側においては、配管 5 9 a および配管 5 8 a を通して洗浄水 2 1 が透過水出口 1 4 0 から集水管 5 の一端部に供給される。また、端板 1 2 0 b 側においては、配管 5 9 b および配管 5 8 b を通して洗浄水 2 1 が透過水出口 1 4 0 から集水管 5 の他端部に供給される。このようにして、洗浄水 2 1 が集水管 5 の両端部から集水管 5 の内部に導入される。集水管 5 の内部に導入された洗浄水 2 1 は、各スパイラル型膜エレメント 1 において集水管 5 の外周面から分離膜 2 の内部へ導出され、濾過時と逆方向に分離膜 2 を透過する。この際に、分離膜 2 の膜面に堆積した汚染物質が分離膜 2 から剥離する。分離膜 2 を透過した洗浄水 2 1 は、原水スぺーサ 6 に沿ってスパイラル型膜エレメント 1 の内部を軸方向に流れ、各スパイラル型膜エレメント 1 の両端部から排出される。この排出された洗浄水 2 1 は、原水入口 1 3 0 および原水出口 1 3 1 から配管 5 6 および配管 5 7 を通してそれぞれ外部へ取り出される。

【 0 1 1 7 】

この場合、各スパイラル型膜エレメント 1 の分離膜 2 に 0 . 0 5 ~ 0 . 3 M P a の背圧が加わるように透過水出口 1 4 0 側の圧力、原水入口 1 3 0 側の圧力および原水出口 1 3 1 側の圧力を設定する。それにより、短時間に必要量の洗浄水 2 1 を流すことができ、分離膜 2 の膜面に堆積した汚染物質を効果的に剥離させることが可能になる。また、剥離した汚染物質が各スパイラル型膜エレメント 1 の端部から排出されるまでの間に原水スぺーサ 6 に捕捉されるのを抑制し、汚染物質を効果的に除去することが可能となる。

【 0 1 1 8 】

なお、本例においては原水入口 1 3 0 から取り出された洗浄水 2 1 の全量を排水として系外へ排出しているが、この洗浄水 2 1 の一部を排水として系外へ排出するとともに、一部を原水 7 として再利用してもよい。例えば配管 5 6 のバルブ 6 0 b の下流側にさらに配管を設けるとともにこの配置を原水タンク 5 0 0 に接

続することにより、洗浄水 2 1 の一部を原水タンク 5 0 0 に戻してもよい。

【 0 1 1 9 】

また、本例においては原水出口 1 3 1 から取り出された洗浄水 2 1 の全量を排水として系外へ排出しているが、この洗浄水 2 1 の一部を排水として系外へ排出するとともに、一部を原水 7 として再利用してもよい。例えば配管 5 7 のバルブ 6 0 c を開くとともに配管 5 7 a のバルブ 6 0 d を開き、洗浄水 2 1 の一部を配管 5 7 a を通して原水タンク 5 0 0 に戻してもよい。

【 0 1 2 0 】

また、図 7 の例では、逆流洗浄時に、洗浄水 2 1 が原水入口 1 3 0 および原水出口 1 3 1 から配管 5 6 および配管 5 7 を通して外部に取り出されているが、洗浄水 2 1 が原水入口 1 3 0 から配管 5 6 を通して外部に取り出されるように透過水出口 1 4 0 側の圧力および原水入口 1 3 0 側の圧力を設定してもよい。この場合、配管 5 7 のバルブ 6 0 c を閉じ、原水出口 1 3 1 を閉じておく。あるいは、洗浄水 2 1 が原水出口 1 3 1 から配管 5 7 を通して外部に取り出されるように透過水出口 1 4 0 側の圧力および原水出口 1 3 1 側の圧力を設定してもよい。この場合、配管 5 6 のバルブ 6 0 b を閉じ、原水入口 1 3 0 を閉じておく。

【 0 1 2 1 】

上記のようにして逆流洗浄を行った後、配管 5 6 のバルブ 6 0 b、配管 5 9 a のバルブ 6 0 g、配管 5 9 b のバルブ 6 0 h、配管 6 1 a のバルブ 6 2 a および配管 6 1 b のバルブ 6 2 b を閉じるとともに、配管 5 5 のバルブ 6 0 a を開く。それにより、原水タンク 5 0 0 から取水された原水 3 1 が配管 5 5 を通して原水入口 1 3 0 から圧力容器 1 1 0 内に供給される。各スパイラル型膜エレメント 1 において、原水 3 1 はスパイラル型膜エレメント 1 の一端部から内部に導入され、原水スパーサ 6 に沿ってスパイラル型膜エレメント 1 の内部を軸方向に流れた後に他端部から排出される。それにより、分離膜 2 から剥離した汚染物質が原水 3 1 によりスパイラル型膜エレメント 1 の一端部から他端部へ押し流され、スパイラル型膜エレメント 1 の内部に残存する洗浄水 2 1 とともにスパイラル型膜エレメント 1 の他端部から排出される。さらに、汚染物質および洗浄水 2 1 は原水 3 1 とともに原水出口 1 3 1 から配管 5 7 を通して圧力容器 1 0 の外部へ取り出

される。

【 0 1 2 2 】

このように、逆流洗浄後に濾過時の原水の供給方向と同方向に原水 3 1 を流すことにより、各スパイラル型膜エレメント 1 内で分離膜 2 から剥離した汚染物質を系外に速やかに排出することができる。それにより、分離膜 2 から剥離した汚染物質が再び分離膜 2 に付着することを防止することができる。

【 0 1 2 3 】

なお、本例においては、エアー注入操作後に逆流洗浄を行っているが、エアー注入操作前に逆流洗浄を行ってもよい。あるいはエアー注入操作と並行して逆流洗浄操作を行ってもよい。例えば、配管 5 9 a, 5 9 b, 6 1 a, 6 1 b のバルブ 6 0 g, 6 0 h, 6 2 a, 6 2 b を同時に開き、透過側からエアー 4 1 および洗浄水 2 1 を供給してもよい。この場合、上記のようにエアー注入操作後に逆流洗浄操作を行う場合に得られる効果と同様の効果が得られる。

【 0 1 2 4 】

また、本例においては逆流洗浄後に原水 3 1 を軸方向に流しているが、逆流洗浄と並行して原水 3 1 を軸方向に流してもよい。例えば上記において、洗浄時に配管 5 5, 5 6, 5 7, 5 9 a, 5 9 b のバルブ 6 0 a, 6 0 b, 6 0 c, 6 0 g, 6 0 h を同時に開き、透過側から洗浄水 2 1 を供給するとともに原水側から原水 3 1 を供給してもよい。この場合、上記のように逆流洗浄後に原水 3 1 を流す場合に得られる効果と同様の効果が得られる。

【 0 1 2 5 】

また、本例においては原水 3 1 を原水入口 1 3 0 から供給して原水出口 1 3 1 から取り出しているが、原水を原水出口 1 3 1 から供給して原水入口 1 3 0 から取り出し、各スパイラル型膜エレメント 1 の内部において濾過時の原水の供給方向と逆方向に原水を流してもよい。この場合、上記のように濾過時の原水の供給方向と同方向に原水 3 1 を流す場合に得られる効果と同様の効果が得られる。あるいは、濾過時の原水の供給方向と同方向および逆方向に順に原水を流してもよい。この場合、スパイラル型膜エレメント 1 の全体に分布した汚染物質を均一に除去して排出することが可能となる。



## 【 0 1 2 6 】

また、本例においては原水出口 1 3 1 から取り出された原水 3 1 の全量を排水として系外へ排出しているが、この原水 3 1 の一部を排水として系外へ排出するとともに、一部を原水 7 として再利用してもよい。例えば上記において、配管 5 7 のバルブ 6 0 c を開くとともに配管 5 7 a のバルブ 6 0 d を開き、原水 3 1 の一部を配管 5 7 a を通して原水タンク 5 0 0 に戻してもよい。

## 【 0 1 2 7 】

上記のような濾過速度の回復処理によれば、濾過時に分離膜 2 に堆積した汚染物質を効果的に除去することが可能となる。

## 【 0 1 2 8 】

以上のように、本例における運転方法によれば、膜面に堆積した汚染物質の除去を充分に行うことができるため、汚染物質が膜面に堆積しやすい全量濾過においても高い透過流束を維持しつつ安定して運転を行い、効率よく透過水 8 を得ることが可能となる。この場合、全量濾過が行われるので、原水 7 を供給するポンプに大きなものを用いる必要がなく、システムの規模を小さくすることが可能となる。それにより、システムコストが低減される。

## 【 0 1 2 9 】

なお、上記においては、図 7 のスパイラル型膜モジュールを用いて図 2 の例のように全量濾過を行う場合について説明したが、図 7 のスパイラル型膜モジュールを用いて図 5 の例のように一部の原水 7 a を圧力容器 1 1 0 の外部に取り出しつつ濾過を行ってもよい。

## 【 0 1 3 0 】

例えば、図 7 のスパイラル型膜モジュールの濾過時において、常時または間欠的に配管 5 7 a のバルブ 6 0 d を開き、圧力容器 1 1 0 内に供給された原水 7 のうちスパイラル型膜エレメント 1 の分離膜 2 を透過しなかった一部の原水 7 a を原水出口 1 3 1 から配管 5 7 a を通して圧力容器 1 1 0 の外部に取り出し、原水タンク 5 0 0 に戻してもよい。それにより、各スパイラル型膜エレメント 1 の外周部と圧力容器 1 1 0 の内周面との間の空隙における液の滞留を抑制することが可能になる。また、各スパイラル型膜エレメント 1 の内部において、一端部から

他端部に向かう軸方向の原水の流れが形成されるため、原水中の汚染物質の沈降を抑制しつつ汚染物質の一部を原水 7 a とともに圧力容器の外部に排出することが可能となる。

#### 【0 1 3 1】

このような原水の一部を取り出しつつ濾過を行う運転方法によれば、長時間にわたって透過流束の低下を生じることなく、より安定して運転を行うことが可能となる。この場合、外部へ取り出した原水 7 a を配管 5 7 a を通して循環させるため、高い回収率で透過水 8 を得ることが可能である。また、原水 7 を供給するポンプに大きなものを用いる必要がなく、システムの規模を小さくすることが可能となる。それにより、システムコストが低減される。

#### 【0 1 3 2】

図 8 は、図 6 のスパイラル型膜エレメントに用いられる分離膜の断面図である。分離膜 2 は、多孔性補強シート（多孔性シート材）2 a の表面に実質的な分離機能を有する透過性膜体 2 b が密着一体化されて形成されている。

#### 【0 1 3 3】

透過性膜体 2 b は、1 種類のポリスルホン系樹脂、あるいは 2 種類以上のポリスルホン系樹脂の混合物、さらにはポリスルホン系樹脂とポリイミド、フッ素含有ポリイミド樹脂等のポリマーとの共重合体、もしくは混合物から形成される。

#### 【0 1 3 4】

多孔性補強シート 2 a は、ポリエステル、ポリプロピレン、ポリエチレン、ポリアミド等を素材とする織布、不織布、メッシュ状ネット、発泡焼結シート等から形成されており、製膜性およびコストの面から不織布が好ましい。

#### 【0 1 3 5】

多孔性補強シート 2 a および透過性膜体 2 b は、透過性膜体 2 b を構成する樹脂成分の一部が多孔性補強シート 2 a の孔の内部に充填された投錨状態で接合されている。

#### 【0 1 3 6】

多孔性補強シート 2 a に裏打ちされた分離膜 2 の背圧強度は、0. 2 MP a を超え、0. 4 ～ 0. 5 MP a 程度に向上した。なお、背圧強度の規定方法につい

ては後述する。

【0137】

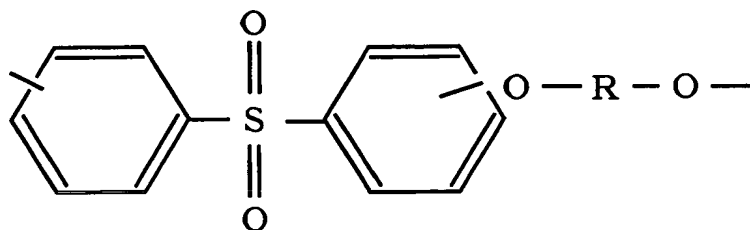
多孔性補強シート 2a として不織布を用いて背圧強度を 0.2 MPa 以上得るためには、不織布の厚みが 0.08～0.15 mm であり、かつ密度が 0.5～0.8 g/cm<sup>3</sup> であることが好ましい。厚みが 0.08 mm より薄い場合または密度が 0.5 g/cm<sup>3</sup> より小さい場合には、補強シートとしての強度が得られず、分離膜 2 の背圧強度を 0.2 MPa 以上確保することが困難である。一方、厚みが 0.15 mm より厚くあるいは密度が 0.8 g/cm<sup>3</sup> より大きい場合には、多孔性補強シート 2a の濾過抵抗が大きくなったり、不織布（多孔性補強シート 2a）への投錨効果が小さくなって透過性膜体 2b と不織布との界面で剥離が起こりやすくなる。

【0138】

次に、上記の分離膜 2 の製造方法について説明する。まず、ポリスルホンに溶媒、非溶媒および膨潤剤を加えて加熱溶解し、均一な製膜溶液を調製する。ここで、ポリスルホン系樹脂は、下記の構造式（化 1）に示すように、分子構造内に少なくとも 1 つの（-SO<sub>2</sub>-）部位を有するものであれば特に限定されない。

【0139】

【化 1】



【0140】

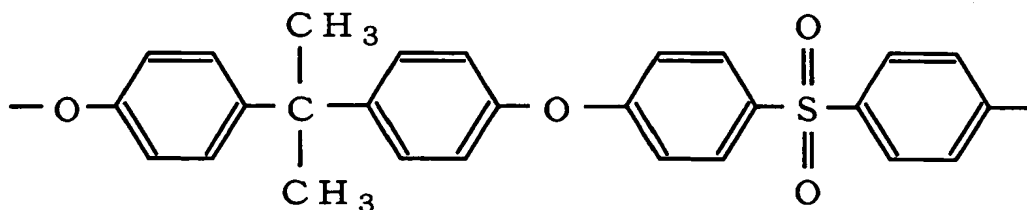
ただし、R は 2 価の芳香族、脂環族もしくは脂肪族炭化水素基、またはこれらの炭化水素基が 2 価の有機結合基で結合された 2 価の有機基を示す。

【0141】

好ましくは、下記の構造式（化 2）～（化 4）で示されるポリスルホンが用いられる。

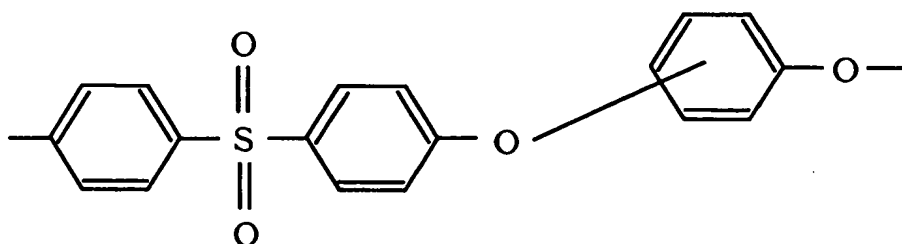
【 0 1 4 2 】

【化 2】



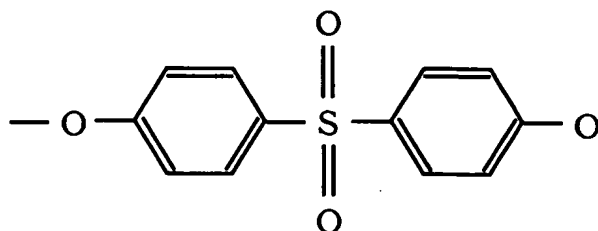
【0 1 4 3】

【化3】



【0 1 4 4】

【化 4】



【0 1 4 5】

また、ポリスルホンの溶媒としては、N-メチル-2-ピロリドン、ジメチルホルムアミド、ジメチルアセトアミド、ジメチルスルホキシド等を用いることが好ましい。さらに、非溶媒としては、エチレングリコール、ジエチレングリコール、プロピレングリコール、ポリエチレングリコール、グリセリン等の脂肪族多価アルコール、メタノール、エタノール、イソプロピルアルコール等の低級脂肪族アルコール、メチルエチルケトン等の低級脂肪族ケトンなどを用いることが好ましい。

【 0 1 4 6 】

溶媒と非溶媒の混合溶媒中の非溶媒の含有量は、得られる混合溶媒が均一である限り特に制限されないが、通常 5 ～ 5 0 重量%、好ましくは 2 0 ～ 4 5 重量%である。

#### 【 0 1 4 7 】

多孔質構造の形成を促進し、または制御するために用いられる膨潤剤としては、塩化リチウム、塩化ナトリウム、硝酸リチウム等の金属塩、ポリエチレングリコール、ポリビニルアルコール、ポリビニルピロリドン、ポリアクリル酸等の水溶性高分子またはその金属塩、ホルムアミド等が用いられる。混合溶媒中の膨潤剤の含有量は、製膜溶液が均一である限り特に制限されないが、通常 1 ～ 5 0 重量%である。

#### 【 0 1 4 8 】

製膜溶液中のポリスルホンの濃度は、通常 1 0 ～ 3 0 重量%が好ましい。3 0 重量%を超えると、得られる多孔質分離膜の透水性が実用性に乏しくなり、1 0 重量%より少ないときは、得られる多孔質分離膜の機械的強度が乏しくなり、十分な背圧強度を得ることができない。

#### 【 0 1 4 9 】

次に、上記の製膜溶液を不織布支持体上に製膜する。すなわち、連続製膜装置を使用し、不織布等の支持体シートを順次送り出し、その表面に製膜溶液を塗布する。塗布方法としてはナイフコータやロールコータ等のギャップコータを用いて製膜溶液を不織布支持体上に塗布する。例えば、ロールコータを使用する場合は、2 本のロールの間に製膜溶液を溜め、不織布支持体上に製膜溶液を塗布すると同時に不織布の内部に充分含浸させ、その後低湿度雰囲気を通過させ、雰囲気中の微量水分を不織布上に塗布した液膜表面に吸収させ、液膜の表面層にミクロ相分離を起こさせる。その後、凝固水槽に浸漬し、液膜全体を相分離および凝固させ、さらに水洗槽で溶媒を洗浄除去する。これにより、分離膜 2 が形成される。

#### 【 0 1 5 0 】

このように、上記の分離膜 2 は背圧強度が高いため、図 6 のスパイラル型膜エレメント 1 に用いた場合に 0 . 0 5 ～ 0 . 3 M P a の背圧で逆流洗浄を行っても

分離膜 2 の破損が生じることが防止される。

【0 1 5 1】

【実施例】

以下の実施例および比較例においては、図 8 に示す構造を有する限外濾過膜を分離膜 2 として含むスパイラル型限外濾過エレメントを作製し、このスパイラル型限外濾過エレメントを備えた図 2 のスパイラル型膜モジュールを用いて連続通水濾過試験を行った。

【0 1 5 2】

ここで、実施例および比較例のスパイラル型限外濾過膜エレメントに用いた限外濾過膜は、以下のようにして作製した。

【0 1 5 3】

まずポリスルホン（アモコ社製、P-3500）を 16.5 重量部、N-メチル-2ピロリドン（50 重量部、ジエチレングリコールを 24.5 重量部およびホルムアミドを 1 重量部で加熱溶解し、均一な製膜溶液を得た。そして、コータギャップを 0.13 mm に調整したロールコータを用いて厚み 0.1 mm、密度  $0.8 \text{ g/cm}^3$  のポリエステル製不織布の表面に製膜溶液を含浸塗布した。

【0 1 5 4】

その後、相対湿度が 25%、温度が 30℃の雰囲気（低湿度雰囲気）中を所定の速度で通過させ、ミクロ相分離を生じさせた後、35℃の凝固水槽中に浸漬して脱溶媒および凝固させ、しかる後、水洗槽で残存溶媒を洗浄除去することにより分離膜 2 を得た。ここで、実施例および比較例の分離膜 2 は、ミクロ相分離時間（低湿度雰囲気を通過する時間）が 4.5 秒である。

【0 1 5 5】

上記のようにして作製した限外濾過膜の透水量は  $1700 \text{ L/m}^2 \cdot \text{hr}$  であり、背圧強度は 0.3 MPa であり、平均分子量 100 万のポリエチレンオキサイドの阻止率は 99% であった。

【0 1 5 6】

なお、背圧強度は直径 47 mm の膜を背圧強度ホルダ（有孔直径 23 mm）にセットし、多孔性補強シート 2a 側より水压を徐々に加え、透過性膜体 2b が多

孔性補強シート 2 a から剥離するか、または透過性膜体 2 b と多孔性補強シート 2 a とが同時に破裂するときの圧力で規定される。

【0157】

また、ポリエチレンオキサイドの阻止率は、濃度 5 0 0 p p m のポリエチレンオキサイド溶液を圧力  $1 \text{ kg f} / \text{cm}^2$  にて透過させ、原液および透過液の濃度から下式により求めた。

【0158】

阻止率 (%)  $[1 - (\text{透過液濃度} / \text{原液濃度})] \times 100$

このようにして作製した限外濾過膜を備えたスパイラル型膜モジュールを用いた図 1 の処理システムの連続通水濾過試験について、以下で説明する。

【0159】

〔実施例〕

実施例においては、図 1 の処理システムの濾過時に原水として表 1 に示す水質の井戸水を供給し、図 2 に示す運転方法により 2 0 分間全量濾過を行った。

【0160】

【表 1】

p H	6. 8
濁度 (N U T)	8. 0
全鉄 (mg/L)	0. 4
全マンガン (mg/L)	0. 1 5
T O C (mg/L)	5. 4

【0161】

このようにして全量濾過を行った後、濾過運転を停止し、濾過速度の回復処理として、図 3 に示すエア－注入操作、図 4 に示す逆流洗浄操作およびフラッシング操作を順に行った。エア－注入操作においては、エア－4 1 の圧力を 0. 2 M P a とした。また、逆流洗浄操作では、洗浄水 2 1 として透過水を用い、0. 1 M P a の背圧で 3 0 0 0 L / 分の洗浄水 2 1 を供給した。逆流洗浄の時間は 1 5

秒間とした。逆流洗浄後、原水をスパイラル型膜モジュールに供給し、フラッシング操作を行った。フラッシングの時間は40秒とした。

【0162】

上記のような濾過および濾過速度の回復処理を繰り返し行いながら、1000時間連続して図1の処理システムの運転を行った。運転条件を表2に示す。

【0163】

【表2】

膜種類	限外濾過膜
分画分子量	500,000
濾過方式	全量濾過
運転方法	定流量運転
濾過時間	20分
エア圧力	0.2MPa
逆流洗浄時間	15秒
フラッシング時間	40秒
回収率(%)	90%

【0164】

〔比較例〕

比較例においては、図1の処理システムの濾過時に、原水として表1に示した水質の井戸水を供給し、図2に示す運転方法により20分間全量濾過を行った。

【0165】

このようにして全量濾過を行った後、濾過運転を停止し、濾過速度の回復処理として、実施例で行ったエア注入操作を行わずに、図3に示す逆流洗浄操作およびフラッシング操作を順に行った。エア注入操作を除く運転条件は表2に示したとおりである。

【0166】



上記のような濾過および濾過速度の回復処理を繰り返し行いながら、1000時間連続して図1の処理システムの運転を行った。

【0167】

実施例における透過流束の変化を図9に示し、実施例における濾過速度の回復処理時の排水の濁度変化を図10に示す。また、比較例における透過流束の変化を図11に示し、比較例における濾過速度の回復処理時の排水の濁度変化を図12に示す。

【0168】

実施例では、図9に示すように、回収率90%で1000時間の安定した運転が可能であり、透過流束の低下はほとんど見られなかった。これに対して、比較例においては、図11に示すように、回収率90%で1000時間の運転を行ったが、実施例に比べて安定した運転はできず、1000時間経過後の透過流束は実施例に比べて低い値となった。

【0169】

また、実施例では、図10に示すように、洗浄排水の濁度がエア注入後に約210NTUとなり、逆流洗浄後に約280NTUとなり、フラッシング時に最高約400NTUとなった。これに対して、比較例では、図12に示すように、洗浄排水の濁度が全体的に低く、最高でも約90NTUであった。これにより、実施例では、濾過中に分離膜の膜面に堆積した濁質成分が効果的に排出されるのに対して、比較例では、濾過中に分離膜の膜面に堆積した濁質成分が十分に排出されていないことがわかる。これらの結果は、実施例ではエア注入操作、逆流洗浄操作およびフラッシング操作を行っているのに対し、比較例では、エア注入操作を行っていないことに起因している。

【0170】

上記の実施例および比較例からわかるように、濾過速度の回復処理として、逆流洗浄操作およびフラッシング操作の前にエア注入操作を行うことにより、分離膜の膜面上に堆積した汚染物質を浮き上がらせ、洗浄排出性を向上させることができる。この結果、連続運転において高い透過流束を維持することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の一実施の形態における処理システムを示す模式図である。

【図 2】

図 1 の処理システムに用いられるスパイラル型膜モジュールおよび配管の詳細な構成および濾過時の運転方法を示す模式的断面図である。

【図 3】

濾過速度の回復処理におけるエア－注入操作を示す模式的断面図である。

【図 4】

濾過速度の回復処理における逆流洗浄操作およびフラッシング操作を示す模式的断面図である。

【図 5】

本発明に係るスパイラル型膜モジュールの運転方法の他の例を示す模式的断面図である。

【図 6】

図 1 のスパイラル型膜モジュールに用いられるスパイラル型膜エレメントの一部切り欠き斜視図である。

【図 7】

本発明に係るスパイラル型膜モジュールの運転方法のさらに他の例を示す断面図である。

【図 8】

図 6 のスパイラル型膜エレメントが用いられる分離膜の断面図である。

【図 9】

実施例における透過流束の変化を示す図である。

【図 1 0】

実施例における濾過速度の回復処理時の排水の濁度変化を示す図である。

【図 1 1】

比較例における透過流束の変化を示す図である。

【図 1 2】

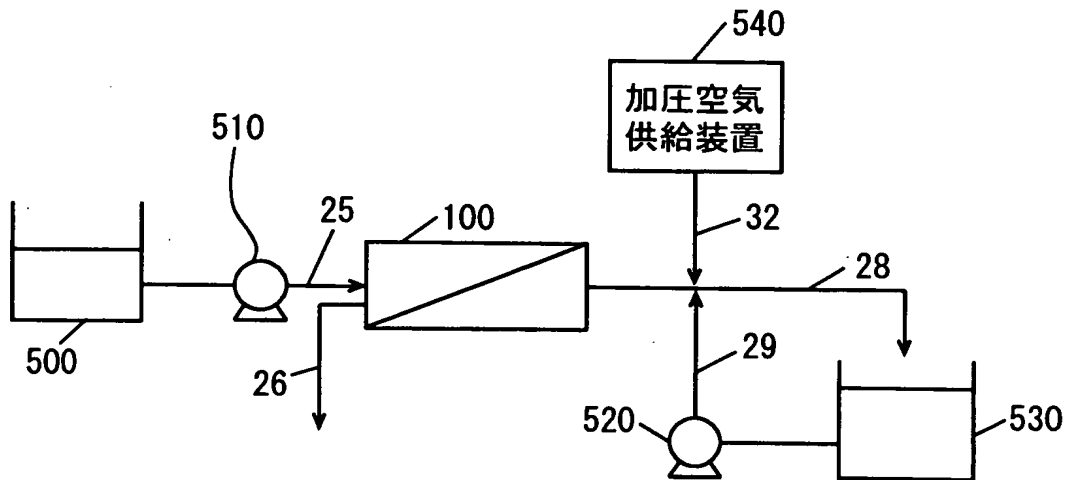
比較例における濾過速度の回復処理時の排水の濁度変化を示す図である。

【符号の説明】

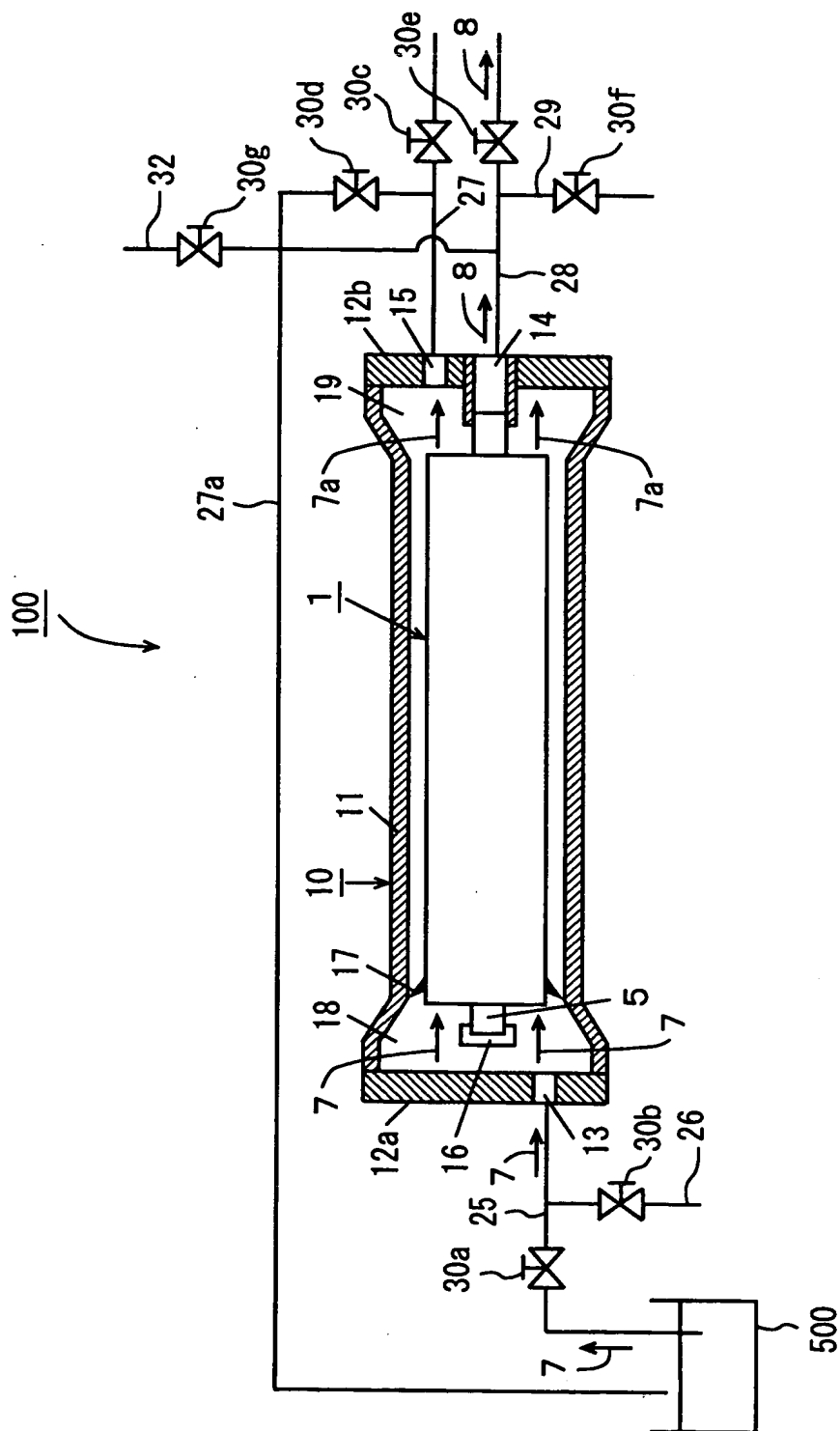
- 1    スパイラル型膜エレメント
- 2    分離膜
- 3    透過水スパーサ
- 4    封筒状膜
- 5    集水管
- 6    原水スパーサ
- 7, 3 1    原水
- 8    透過水
- 1 0, 1 1 0    圧力容器
- 1 3, 1 3 0    原水入口
- 1 4, 1 4 0    透過水出口
- 1 5, 1 3 1    原水出口
- 2 1    洗浄水
- 4 1    エアー
- 1 0 0    スパイラル型膜モジュール
- 5 0 0    原水タンク
- 5 1 0, 5 2 0    ポンプ
- 5 3 0    透過水タンク
- 5 4 0    加圧空気供給装置

【書類名】 図面

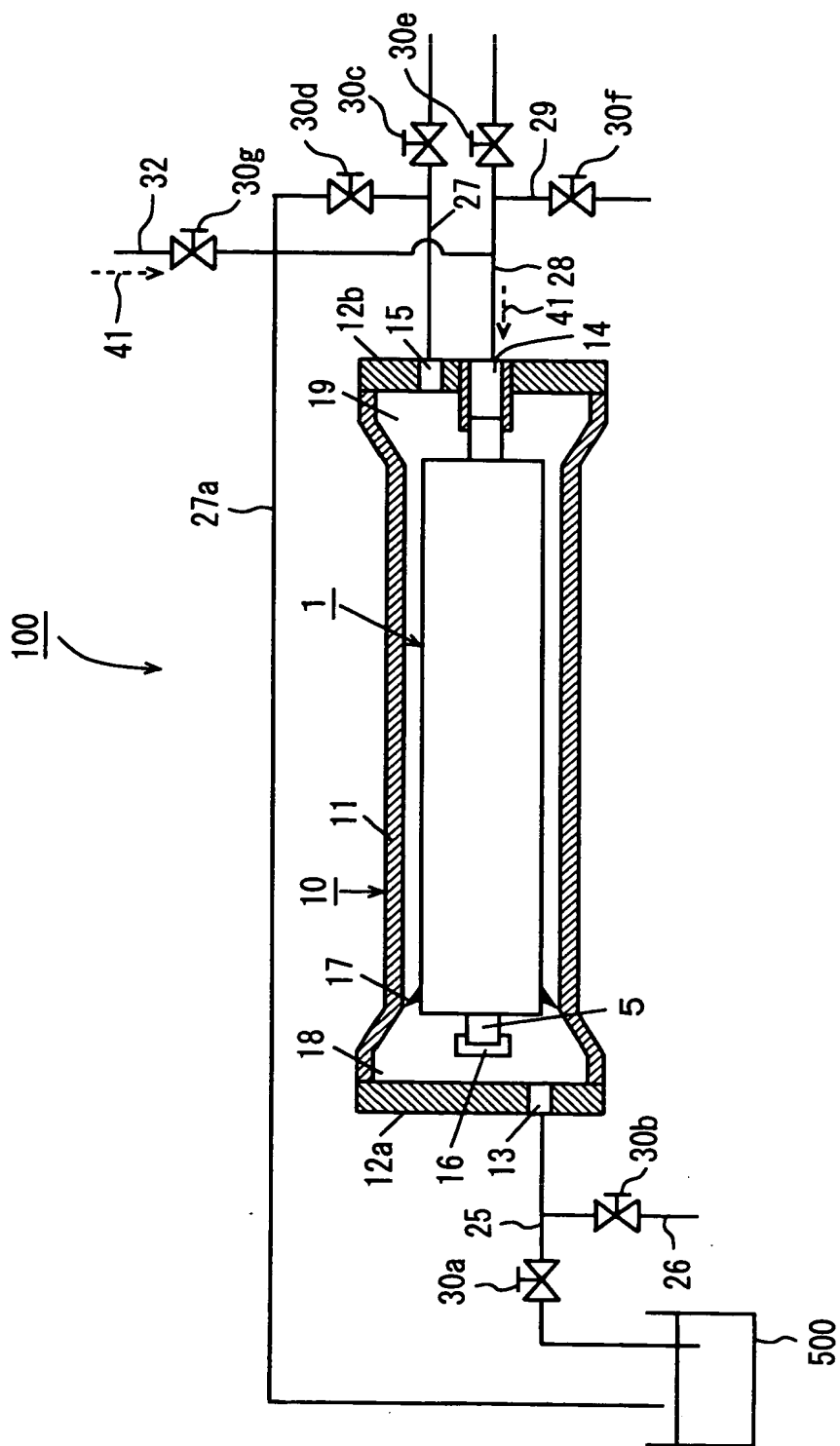
【図 1】



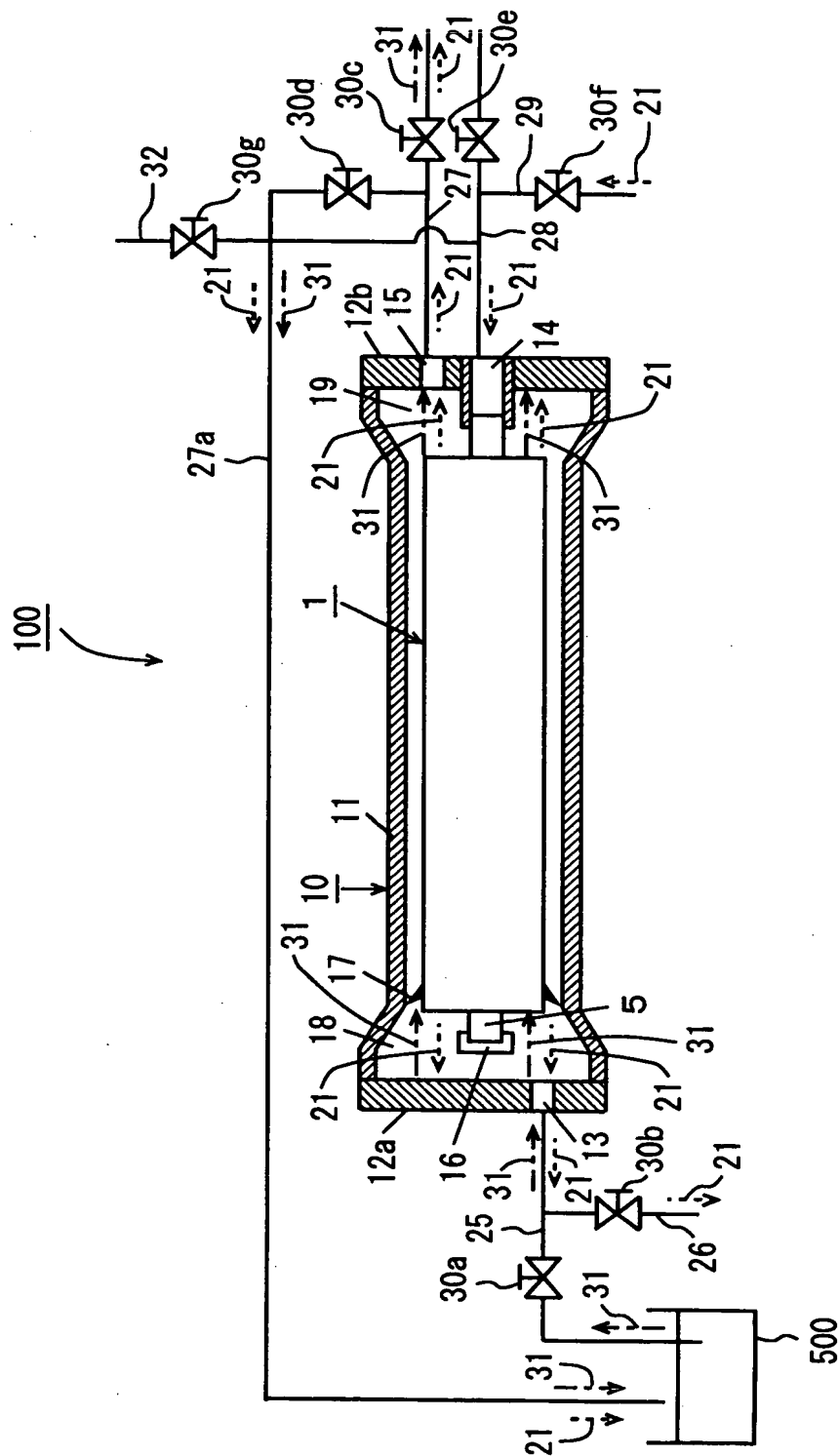
【図 2】



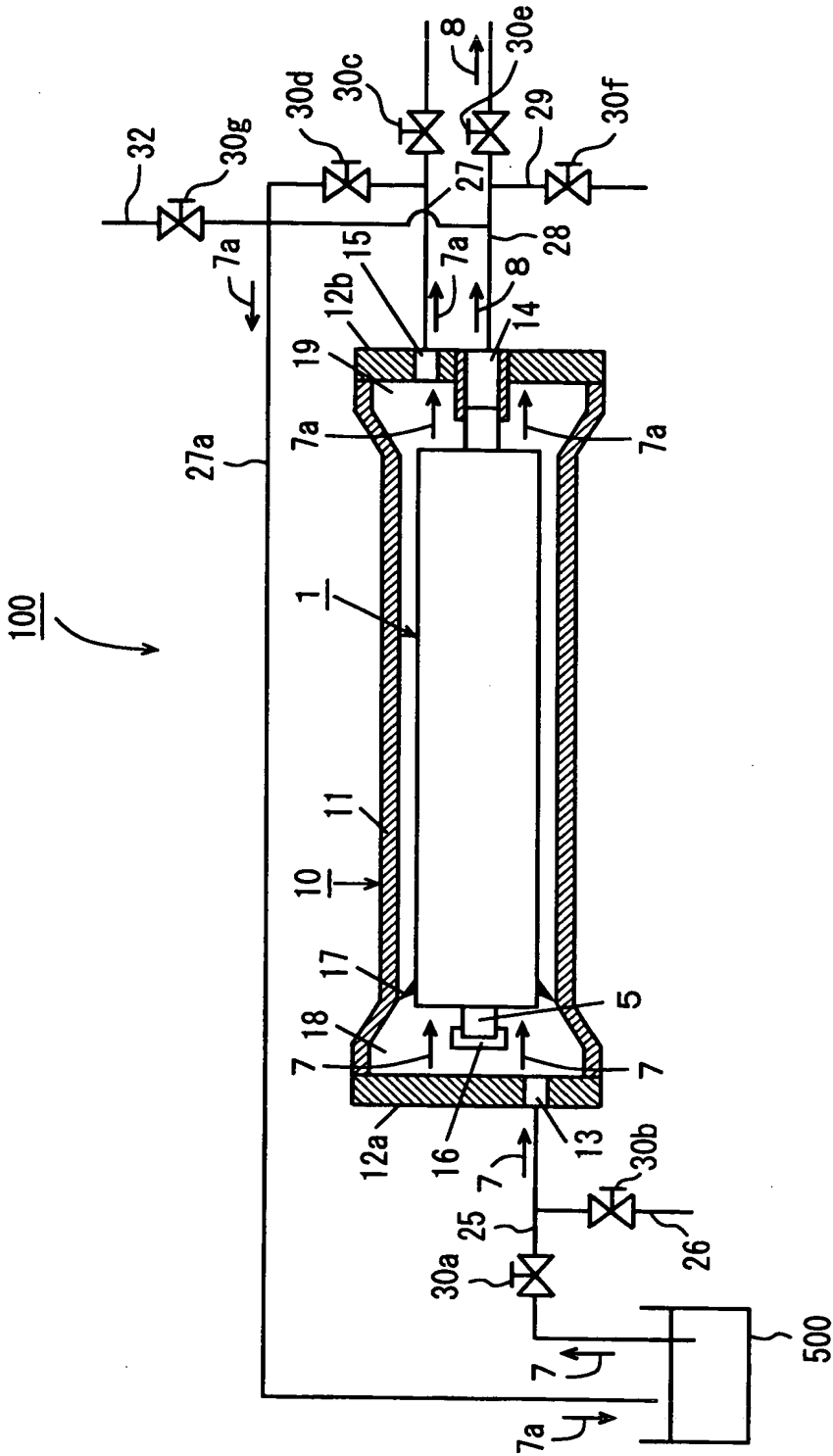
【図 3】



【図 4】

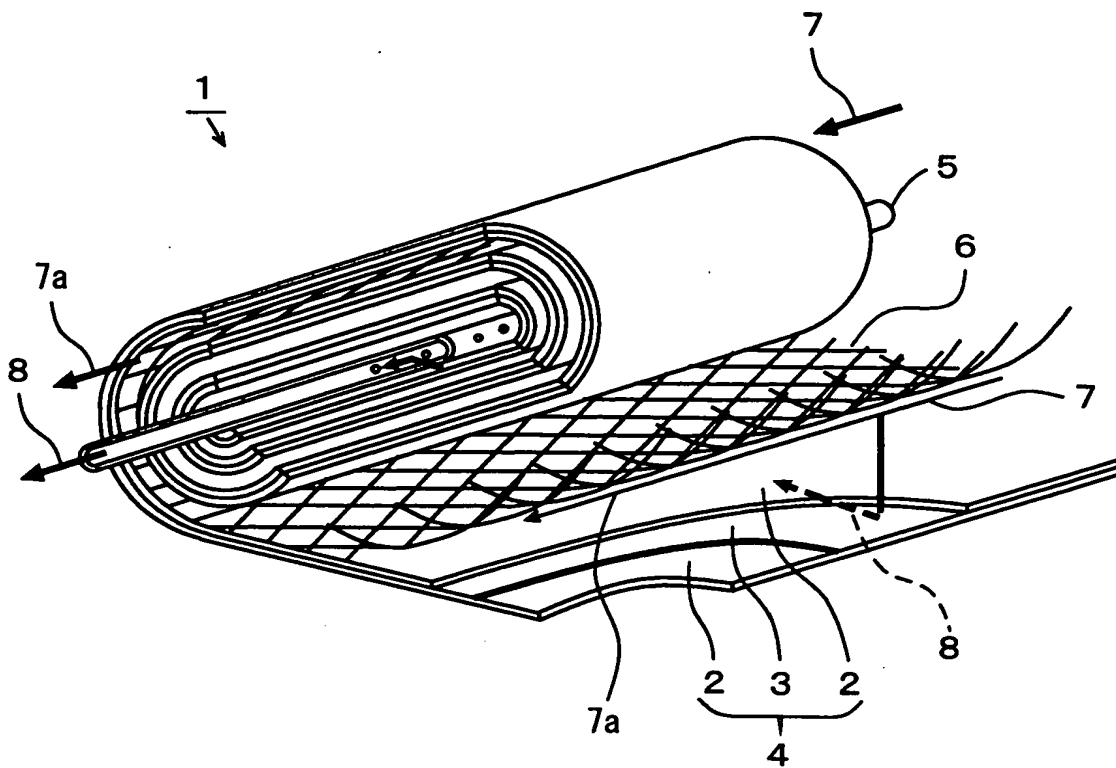


【図 5】

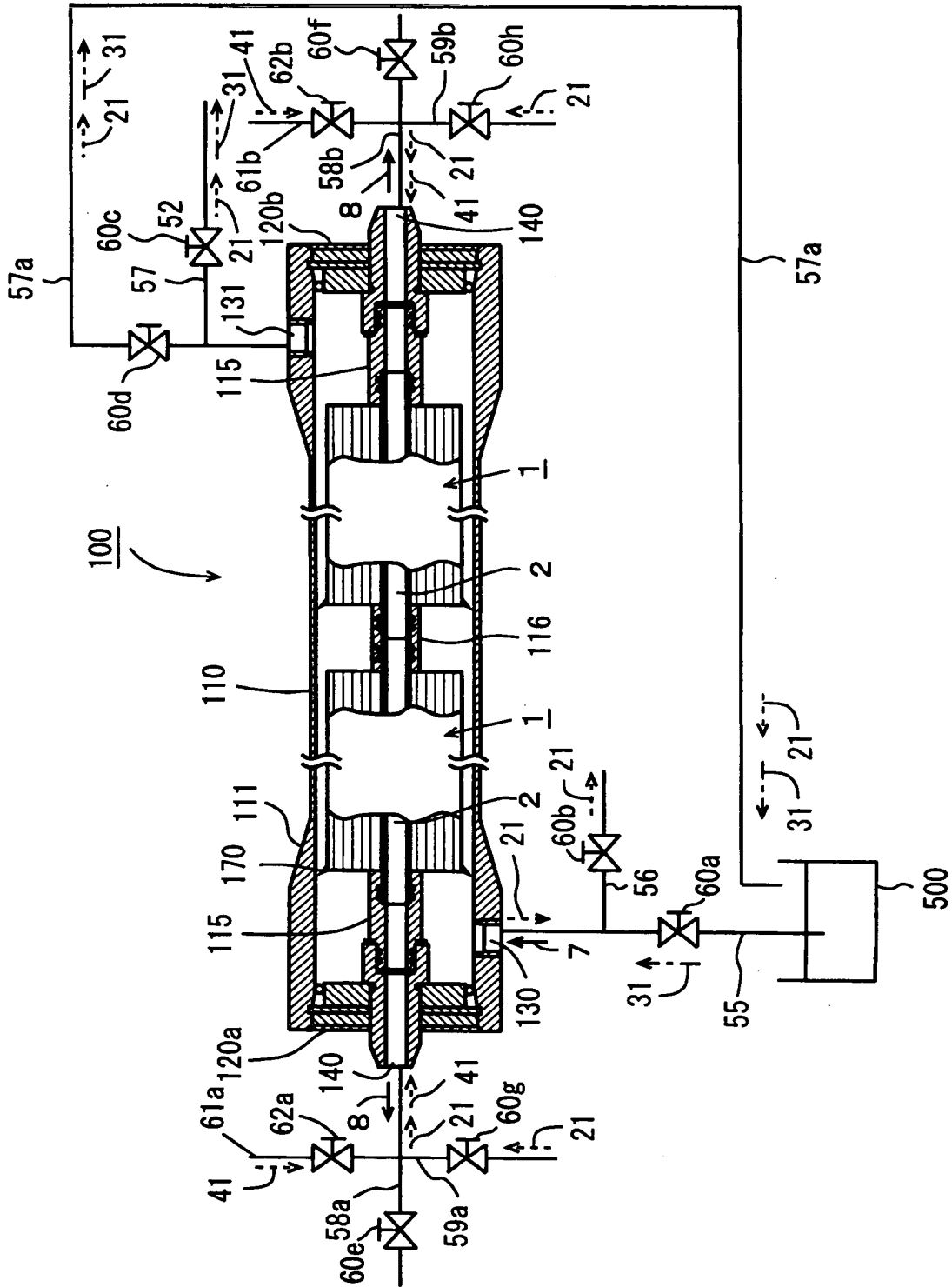




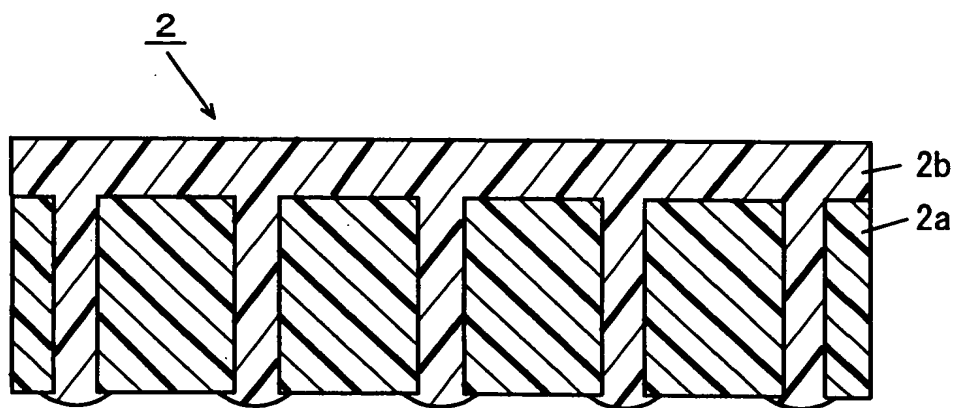
【図 6】



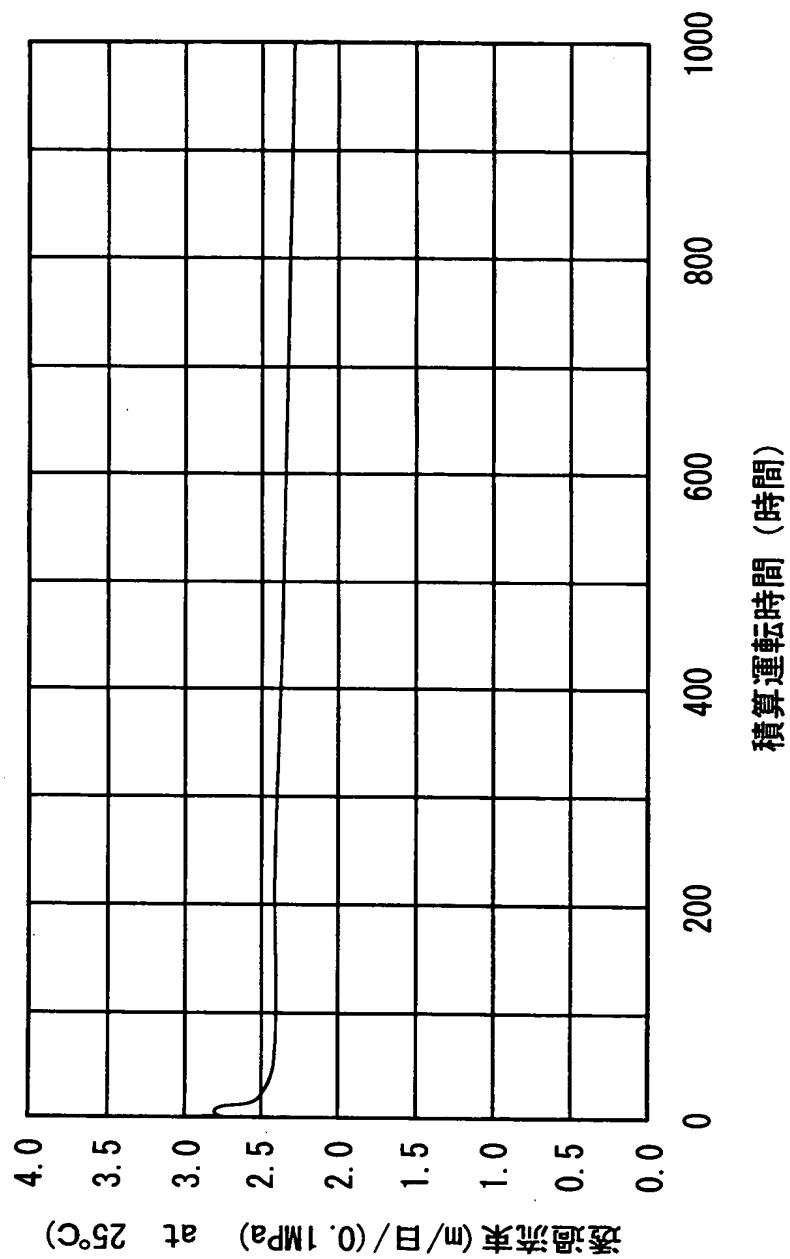
【図 7】



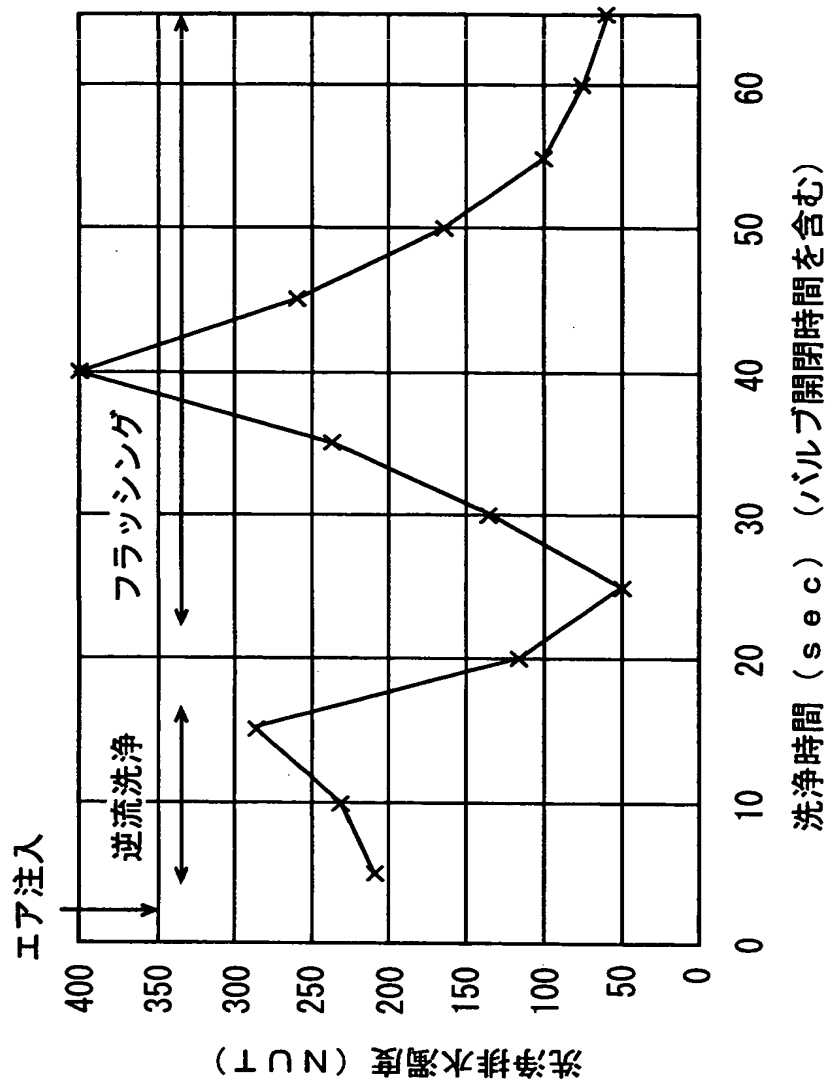
【図 8】



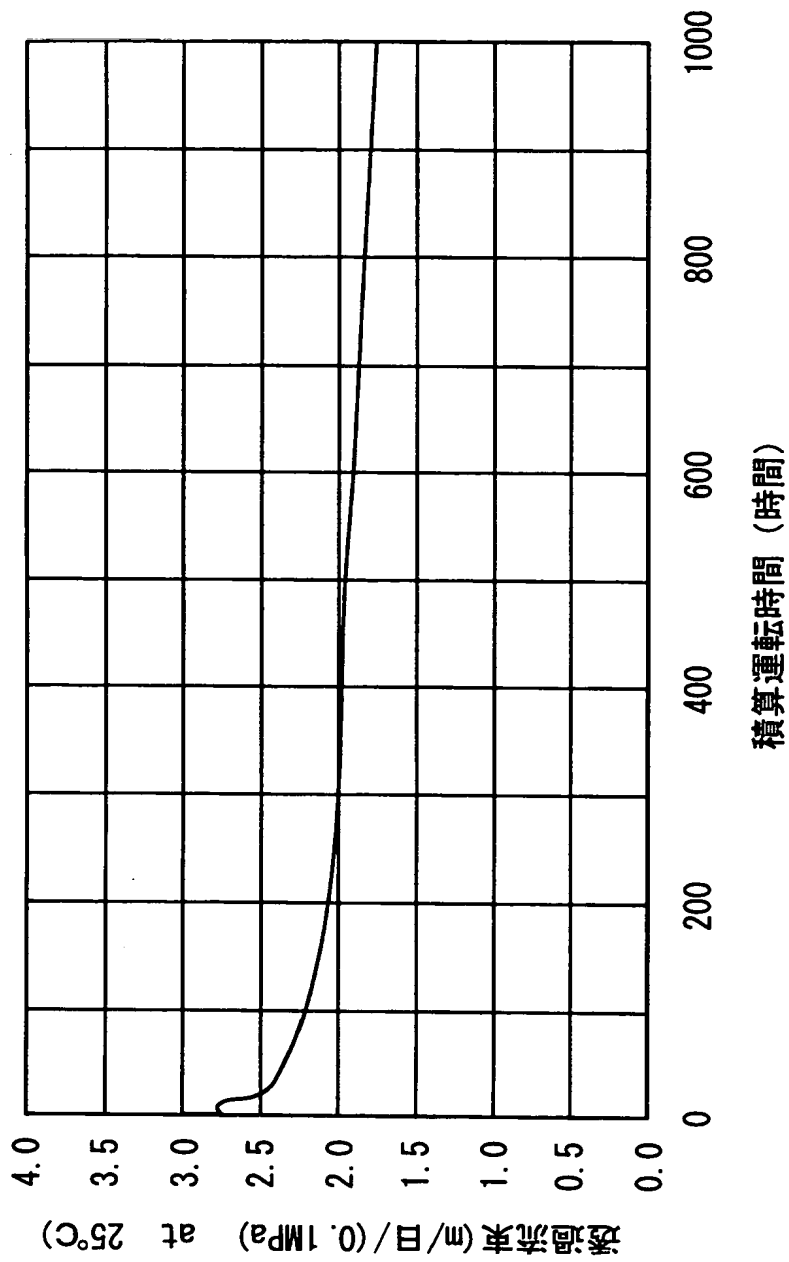
【図 9】



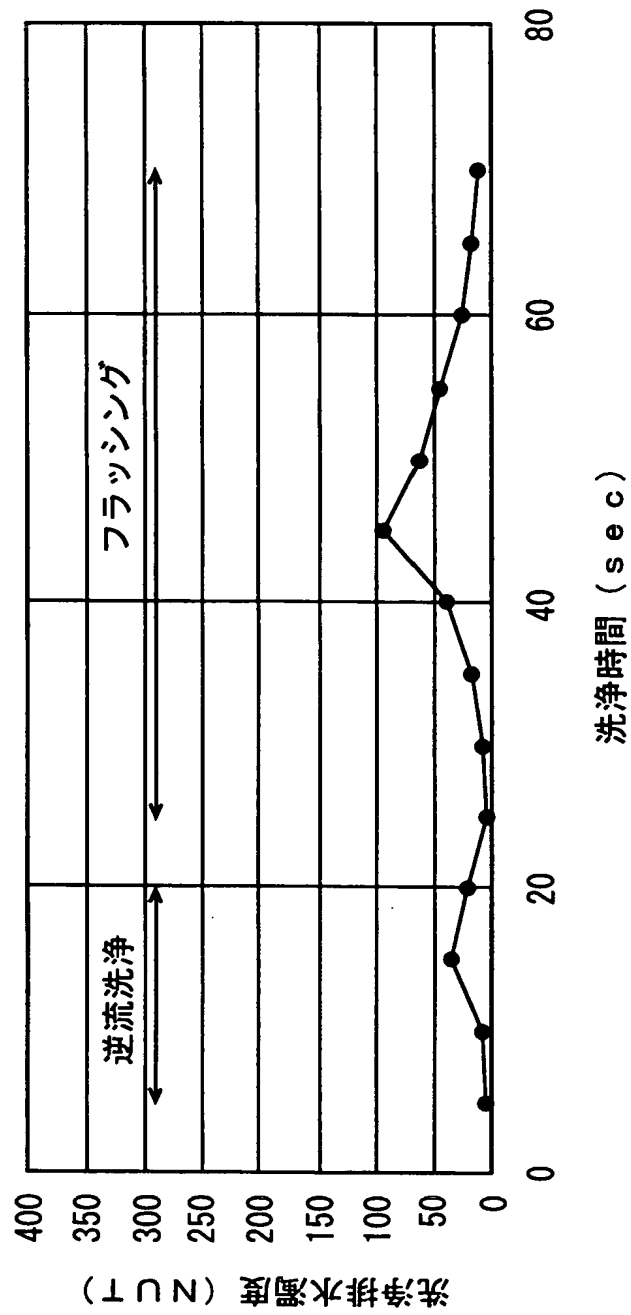
【図10】



【図 11】



【図 12】



【書類名】            要約書

【要約】

【課題】    長時間にわたって高い透過流束を維持しつつ低コストで安定した濾過運転を行うことができるスパイラル型膜エレメントおよびスパイラル型膜モジュールの運転方法ならびに処理システムを提供することである。

【解決手段】    スパイラル型膜モジュール 1 0 0 には、0. 0 5 ～ 0. 3 M P a で逆流洗浄を行うことができるスパイラル型膜エレメントが用いられる。濾過速度の回復処理として、加圧空気供給装置 5 4 0 から配管 3 2 を通してスパイラル型膜モジュール 1 0 0 の透過水出口に 0. 3 M P a 以下のエアを注入するエア注入操作、透過水を用いた逆流洗浄操作および原水を用いたフラッシング操作を行う。

【選択図】            図 1



出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000003964]

1. 変更年月日	1990年 8月31日
[変更理由]	新規登録
住 所	大阪府茨木市下穂積1丁目1番2号
氏 名	日東電工株式会社